Nestor GRÉHANT

la SANTÉ par l'HYGIÈNE

Librairie Ch. Delagrave

22102283337

Med
K22141

LA SANTÉ PAR L'HYGIÈNE

LA SANTÉ

PAR

L'HYGIÈNE

PAR

Nestor GRÉHANT

Professeur au Muséum d'histoire naturelle,
Directeur de laboratoire à l'Ecole des Hautes Etudes,
Membre de l'Académie de Médecine.
Chevalier de la Légion d'Honneur.

PARIS
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE
15, RUE SOUFFLOT, 15

14802578

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY

Coll.	welMOmec
Call No.	QT

Hommage à tous les savants qui ont fait progresser la science de la vie.

NESTOR GRÉHANT.

AVANT-PROPOS

Dans l'*Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*[1], mon illustre maître, Claude Bernard, aussi grand expérimentateur que grand philosophe, débute ainsi :

Conserver la santé et guérir les maladies : tel est le problème que la médecine a posé dès son origine, et dont elle poursuit encore la solution scientifique.

Je suis convaincu que l'hygiène, et l'hygiène expérimentale, à laquelle je me suis consacré depuis plusieurs années, a déjà rendu et peut rendre encore les plus grands services.

L'homme est bien souvent la victime des excès auxquels il se livre, et en particulier d'une alimentation irrégulière ou vicieuse.

Notre organisme si compliqué, mais qui forme un tout harmonieux que l'on ne saurait trop admirer, s'accommode parfaitement d'une vie régulière.

La vieille devise γνῶθι σεαυτόν (Socrate), *Connais-toi toi-même,* m'a servi de guide dans la rédaction de cet ouvrage, dont la lecture sera, je l'espère, utile et instructive.

1. *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale;* Delagrave éditeur.

Je n'ai jamais eu la prétention de publier un traité complet d'anatomie et de physiologie; j'ai voulu simplement exposer des faits importants bien établis et hors de toute contestation, avec des applications à l'hygiène; c'est une préparation à la lecture de traités de physiologie plus complets, comme ceux de Henri Milne-Edwards (14 volumes), de Longet, de Béclard, de Beaunis, de Morat et Doyon, Jolyet et Viault, de Mathias Duval et Gley, pour ne parler que des ouvrages qui ont paru en français. Un très grand nombre de livres ont été en outre publiés sur l'hygiène, qu'il m'a été impossible de résumer.

J'ai tenu surtout à imiter l'illustre Franklin : soyons pratiques et tâchons d'être utiles à nos concitoyens, en leur donnant les conseils qui leur permettent de conserver la santé, avec l'énergie physique et intellectuelle.

NESTOR GRÉHANT.

LA SANTÉ PAR L'HYGIÈNE

LIVRE PREMIER

LE SANG ET LA CIRCULATION

CHAPITRE PREMIER

Le sang.

Le sang est si abondant dans notre organisme que la moindre piqûre ou la plus petite incision faite à la peau donne issue à un liquide rouge que tout le monde connaît, mais qui a une composition bien compliquée. Pour arrêter une hémorragie il suffit de faire couler de l'eau froide sur la plaie et de comprimer avec un peu d'amadou; si l'écoulement du sang est un peu plus abondant, la compression plus prolongée ou la compression de l'artère qui fournit le sang, la ligature du vaisseau faite par un chirurgien, quand elle est possible, arrêtent l'écoulement du sang.

L'application avec un pinceau sur une petite plaie de collodion riciné (solution de coton-poudre dans un mélange d'alcool et d'éther) est un des meilleurs moyens d'arrêter l'écoulement du sang et de préserver la plaie contre des poussières ou des microbes pathogènes qui pourraient l'envahir.

Si l'on place une très petite gouttelette de sang de l'homme sur une plaque de verre et que l'on recouvre d'une lame mince de verre, l'examen au microscope (fig. 1)

avec un objectif qui grossit 600 fois en diamètre fait apparaître la figure (fig. 2) qui montre des globules rouges flottant dans un liquide incolore et coagulable nommé le plasma du sang; chaque globule, chez l'homme, présente

Fig. 1. — Microscope composé de quatre objectifs montés sur revolver.

un bord circulaire et, vu de profil, est un peu plus épais au bord qu'au milieu.

Son diamètre est $\frac{1^{mm}}{125}$.

Le nombre des globules du sang de l'homme est très considérable; la mensuration faite par le docteur Malassez

a donné en moyenne cinq millions de globules par millimètre cube de sang; si l'on admet qu'il y a chez l'homme, proportionnellement au poids de son corps, autant de sang que chez le chien, 1/13 du poids du corps, nombre que j'ai obtenu avec mon regretté collaborateur Quinquaud, admettons un poids de 75 kilogr., cela ferait 5 kil. 76 ou environ 5 litres 7 de sang; et combien de millimètres cubes? 5,700,000 : multiplions ce nombre par 5,000,000, et nous obtenons le produit dont il est impossible de nous faire une idée : 28 trillions, 500 billions ou milliards de globules qui circulent constamment dans nos vaisseaux sanguins; dans un pareil calcul, on ne peut pas répondre d'un milliard.

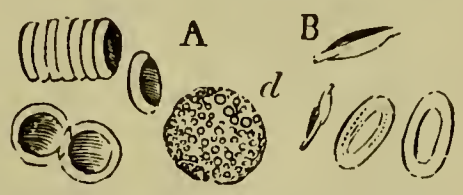

Fig. 2. — Globules du sang de l'homme (A) et des oiseaux (B). *d*, globule blanc.

La forme des globules change chez les vertébrés : tous les mammifères ont des globules circulaires, mais le chameau et le lama ont des globules elliptiques; chez les oiseaux, chez les reptiles, les batraciens (fig. 3) et les poissons, les globules sont elliptiques; les globules les plus gros sont ceux du protée, qui vit dans les lacs souterrains de la Carniole, et qui présente des branchies extérieures persistantes comme l'axolotl du Mexique.

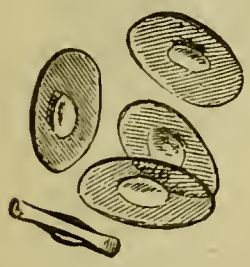
Fig. 3. — Globules du sang de la grenouille grossis 225 fois : de face et de profil.

Le sang renferme en outre des globules blancs incolores, qui, examinés au microscope, sont beaucoup plus rares que les globules rouges, 1 pour 500 environ; ils présentent, lorsqu'ils sont laissés quelque temps sous le microscope, des prolongements semblables à ceux des amibes, animaux tout à fait inférieurs composés d'une masse de protoplasma sans enveloppe extérieure.

Le professeur Metchnikoff, de l'Institut Pasteur, a

démontré que les globules blancs peuvent s'emparer d'éléments figurés contenus dans le sang et dans les tissus : c'est un phénomène qui a reçu le nom de *phagocytose*.

C'est dans les globules rouges qu'un savant collègue, le professeur Laveran, a découvert les hématozoaires du paludisme, dont la présence est la cause des fièvres intermittentes qui sont caractérisées par trois stades, frisson, chaleur, sueur : le sulfate de quinine ou le chlorhydrosulfate de quinine triomphe généralement de ces fièvres, qui sont si communes dans les pays de marais. Une grande découverte a été faite par l'inspecteur du service de santé de l'armée, Maillot. Dans les pays chauds, en Algérie en particulier, ce médecin a reconnu que la fièvre paludéenne peut être continue comme la fièvre typhoïde, et il l'a traitée avec le plus grand succès par le sulfate de quinine.

Composition chimique du sang. — Les globules rouges renferment une substance bien importante, l'hémoglobine, leur matière colorante, qu'il est facile d'isoler et de faire cristalliser : le sang défibriné du cobaye ou cochon d'Inde, filtré à travers un linge dans un flacon, est additionné d'éther que l'on verse goutte à goutte; on agite constamment; au bout de quelques instants la teinte du liquide se modifie, il devient d'un rouge plus clair, comme une solution de carmin : cela indique que l'hémoglobine est passée tout entière en solution. On enveloppe le flacon d'eau froide ou de glace, et par le repos on obtient des cristaux très nets, que l'on examine au microscope; la figure représente des cristaux en forme de tétraèdres, volumes dont les quatre faces sont des triangles qui sont fournis par le sang de cobaye ou cochon d'Inde (d'Inde occidentale ou Amérique) (fig. 4).

L'hémoglobine du sang du chien cristallise en prismes; celle du sang de l'écureuil cristallise en hexagones, limités par six côtés.

La composition chimique de l'hémoglobine pure contient, d'après les analyses de Hoppe-Seyler :

Carbone	54,2
Hydrogène	7,2
Fer	0,4
Azote	16,0
Oxygène	21,5
Soufre	0,7
	100,0

Le fer est un élément constant de cette remarquable substance, qui donne des cristaux bien définis de couleur rouge ; mais le soufre qui est contenu dans l'albumine du sang comme dans l'albumine de l'œuf peut provenir d'un mélange d'hémoglobine et d'albumine purifiée, de sorte que l'hémoglobine provenant du sang de cheval par plusieurs cristallisations et incinérée dans un creuset de platine avec du carbonate de soude et de l'azotate de potasse pur n'a fourni au professeur Kühne, par addition à la solution aqueuse des cendres, aucun précipité de sulfate de baryte après l'addition de chlorure de baryum, ce qui démontre l'absence du soufre.

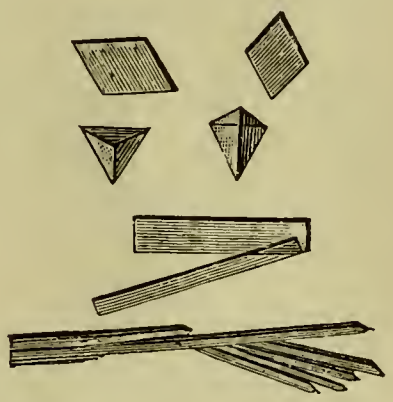

Fig. 4. — Cristaux d'hémoglobine du chien (prismes), du cobaye (tétraèdres).

Propriétés de l'hémoglobine. — La propriété caractéristique de l'hémoglobine la plus essentielle pour le physiologiste, c'est, lorsqu'elle est dissoute dans l'eau, celle d'absorber l'oxygène en beaucoup plus grande quantité que l'eau pure : des expériences qu'il est facile de répéter permettent de mesurer ce pouvoir absorbant de l'hémoglobine ou des globules sanguins. Prenons, par exemple, un échantillon de sang de chien et défibrinons-le par agitation dans un flacon ; pour cela nous faisons couler du sang d'une artère dans ce flacon et nous agitons

quelques minutes; la fibrine, l'un des éléments constitutifs du sang, se coagule, et on la sépare du sang à l'aide de coton de verre introduit dans le col d'un entonnoir; les filaments de fibrine restent dans l'entonnoir, et le sang défibriné coule dans une cloche graduée en centimètres cubes : nous faisons passer dans le sang un courant d'oxygène bulle à bulle et nous agitons vivement ce liquide avec le gaz : il se forme de la mousse; pour s'en débarrasser, on peut employer la force centrifuge, soit avec un appareil spécial très employé dans les laboratoires, soit avec une corde fixée à la cloche et mise en rotation rapide comme une fronde dans le jardin du laboratoire; on fait décrire à la cloche des circonférences ayant au moins 2 mètres de rayon : le sang se sépare des gaz inclus qui surmontent le liquide, on verse le sang très rouge dans un verre à expérience, et à l'aide d'une seringue de physiologie on aspire, par exemple, 30 centimètres cubes de sang oxygéné, qui est introduit dans le récipient représenté par la figure 6.

On extrait les gaz du sang et on trouve, en général, que 100 centimètres cubes de sang défibriné du chien peuvent absorber au maximum 25 centimètres cubes d'oxygène sec à 0° et à la pression de 760 millimètres. Ce chiffre a été dénommé par Paul Bert : *capacité respiratoire du sang*. Si nous cherchons le volume d'oxygène que 100 centimètres cubes d'eau distillée peuvent absorber quand on les agite avec de l'air, on trouve un nombre beaucoup plus petit : dans une expérience que j'ai faite récemment, j'ai obtenu, en injectant 300 centimètres cubes d'eau distillée dans mon appareil à extraction des gaz, $2^{cc},5$ d'oxygène, ou $0^{cc},83$ pour 100 centimètres cubes d'eau.

Ainsi à volume égal, le sang du chien agité avec de l'oxygène absorbe $\frac{25}{0,83}$ ou 30 fois plus de ce gaz que l'eau pure : tel est l'artifice employé par la Nature pour que le sang fournisse aux éléments de nos tissus l'oxygène qui leur est nécessaire.

L'hémoglobine unie à l'oxygène a reçu le nom d'*oxyhémoglobine*.

Propriétés optiques de l'hémoglobine. — Quand on prépare une solution dans l'eau d'hémoglobine, ou quand on ajoute à l'eau pure quelques centimètres cubes de sang dans un verre à expérience, on obtient un liquide

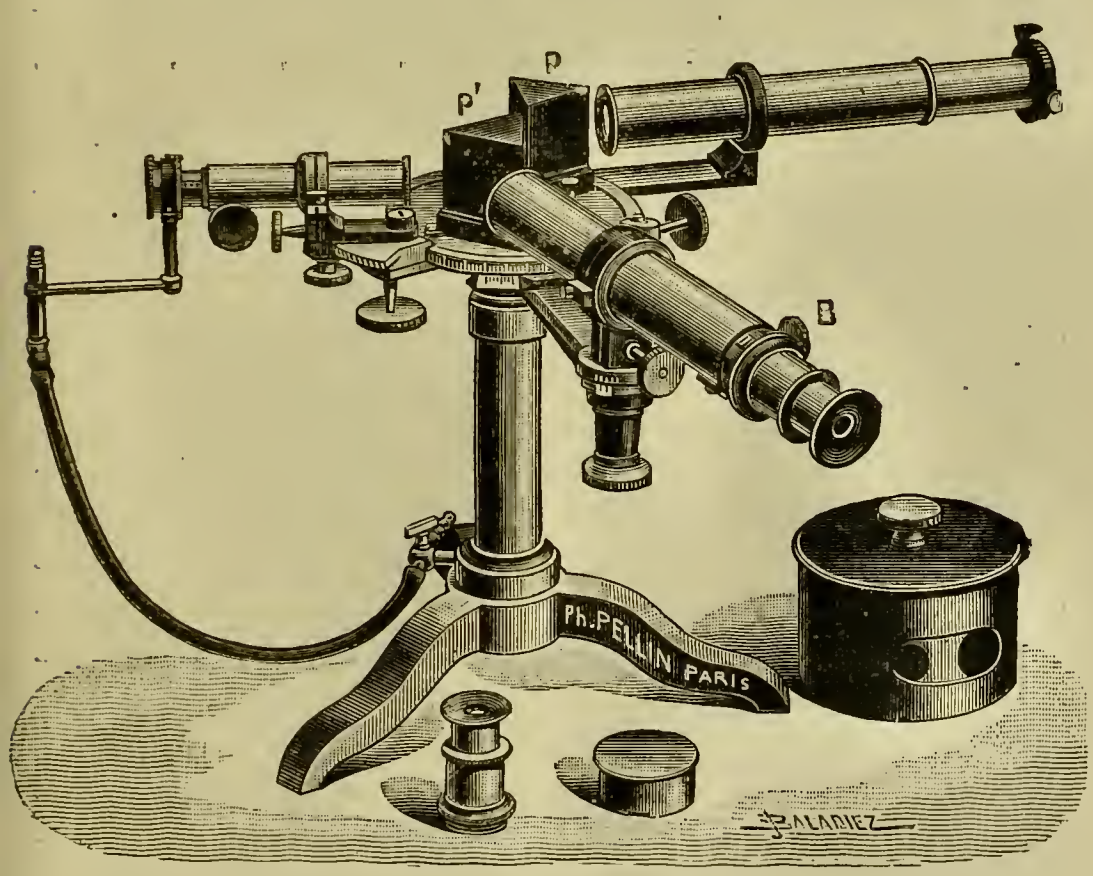

Fig. 5. — Spectroscope à deux prismes disposé pour l'observation des bandes d'absorption du sang dilué.

de couleur rouge qu'il est très facile d'observer au spectroscope.

La première condition à remplir, c'est de régler l'instrument représenté par la figure 5; on dispose devant la fente la flamme blanche bien éclairante d'un bec de gaz, on enlève d'abord les prismes P et P′ et on fixe directement l'axe de la lunette B dans l'axe du premier tube qui porte la fente et une lentille convergente achromatique, la fente se trouvant au foyer principal de cette lentille : on

fait mouvoir l'oculaire de la lunette jusqu'à ce que les bords de la fente vivement éclairée soient aussi nets que possible. Le prisme P′ est mis en place, les rayons émis par la fente tombent parallèles sur la première face du prisme, se réfractent deux fois et donnent un beau spectre que l'on aperçoit tout entier. En déplaçant convenablement la lunette, on distingue les sept couleurs primitives du spectre : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Dans un tube à essai maintenu verticalement par un support, on verse une solution fortement colorée de sang dans l'eau distillée, et le tube est placé entre la fente et la source de lumière; on voit que toute la partie droite du spectre est absorbée et remplacée par une large bande noire, tandis que la partie rouge persiste : c'est comme si l'on avait placé un verre rouge devant la fente.

Mais le phénomène change complètement si l'on dilue le sang davantage : prenons, par exemple, un centimètre cube de sang de bœuf que nous agitons avec 99 centimètres cubes d'eau dans une éprouvette graduée; en examinant le liquide rouge, toutes les couleurs du spectre apparaissent, mais on reconnaît deux larges bandes obscures dont la position est constante, l'une plus étroite, l'autre plus large, situées entre les raies D et E de Frauenhofer; l'addition d'un réactif absorbant l'oxygène, tel que le sulfhydrate d'ammoniaque, fait disparaître les bandes de l'hémoglobine oxygénée, qui sont remplacées par une seule bande dont la position est intermédiaire et présente des bords moins bien limités.

Dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, Claude Bernard a démontré que le gaz toxique chasse l'oxygène de sa combinaison avec l'hémoglobine et prend sa place, volume à volume; l'addition de sulfhydrate d'ammoniaque ne fait plus disparaître les deux bandes, dont la persistance indique la combinaison de l'hémoglobine avec l'oxyde de carbone.

Ce procédé de recherche qualitative est encore em-

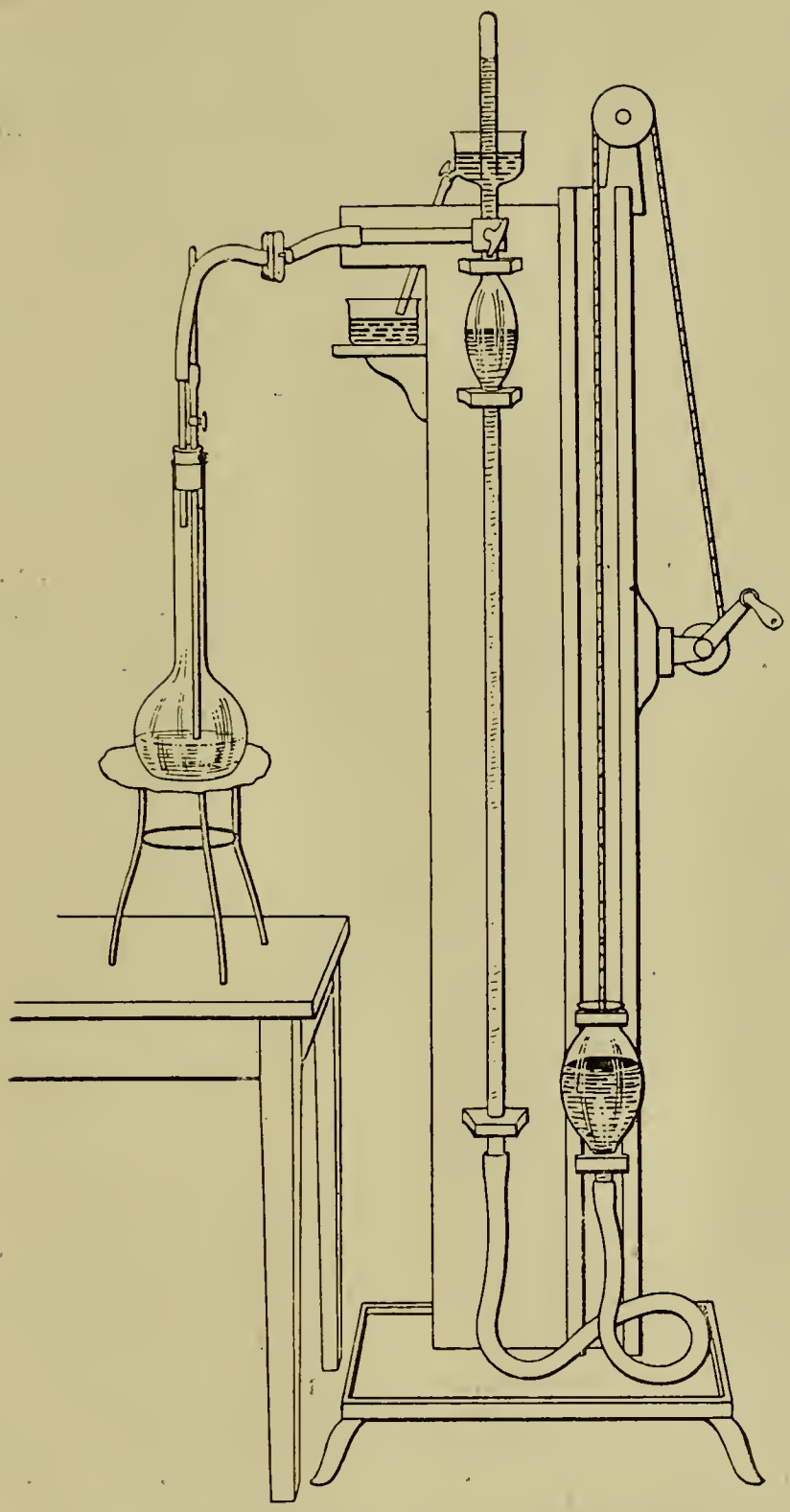

Fig. 6. — Pompe à mercure et ballon récipient du professeur Gréhant pour l'extraction des gaz du sang.

ployé en médecine légale; mais on verra plus loin, dans l'étude de la toxicologie, que j'ai substitué à l'usage du spectroscope un meilleur procédé quantitatif de recherche de l'oxyde de carbone par le sang d'un animal vivant.

CHAPITRE II

Extraction des gaz du sang.

Pour extraire les gaz du sang, je me sers depuis bien longtemps de la pompe à mercure, que j'ai perfectionnée en utilisant un robinet de verre à trois voies[1] enveloppé d'un manchon métallique constamment rempli d'eau, fermeture hydraulique qui s'oppose à toute rentrée d'air par le robinet. La figure 6 représente la pompe à mercure d'Alvergniat qui m'a rendu tant de services, et le récipient formé d'un ballon à long col, d'un demi-litre ou un litre de capacité, fermé par un bouchon de caoutchouc à deux trous traversés l'un par un long tube de verre presque capillaire, uni à un robinet de métal extérieur par lequel on introduira le sang; l'autre par un tube de verre qui est uni par un long tube de caoutchouc à parois épaisses et à calibre de 1 millimètre environ de diamètre, portant une pince de Mohr qui permet d'ouvrir ou de fermer ce tube uni au tuyau d'aspiration de la pompe. Ce perfectionnement, dû au docteur L. Camus, a pour but de laisser, pendant un temps très court, la communication établie entre le récipient et la pompe, temps qui suffit au passage des gaz, mais qui ne permet pas à l'eau du sang de distiller en grande quantité, de

1. Le robinet métallique à trois voies a été inventé par l'illustre physicien V. Regnault.

passer dans le tube rempli de mercure et de réabsorber l'acide carbonique soluble dans l'eau.

Exemple d'extraction des gaz du sang. — On découvre chez un chien, dans la région du cou, l'une des artères carotides qui est liée du côté de la tête et sous laquelle on place une ligature d'attente du côté du cœur; on fait sur le vaisseau, entre les deux liens, une incision avec des ciseaux et on introduit un ajutage métallique ou de verre du calibre de l'artère, présentant un léger rétrécissement sur lequel on fixe le vaisseau avec un fil ciré. L'ajutage porte un tube de caoutchouc fermé par une baguette de verre plein. On délie le lien, on applique la canule de la seringue de physiologie que j'ai fait construire par Golaz, excellent instrument qui jamais ne laisse pénétrer l'air entre le piston et le cylindre de verre, qui a partout le même diamètre : on aspire $43^{cc},2$ de sang qui est injecté dans le récipient vidé d'air le plus complètement possible par les manœuvres de la pompe; le ballon de verre est maintenu immergé dans l'eau bouillante; on extrait les gaz, qui sont recueillis dans une cloche graduée en centimètres cubes et dixièmes : il faut avoir soin de manœuvrer avec précaution le robinet pour faire entrer le gaz bulle à bulle dans la cloche, car, si une bulle de gaz sortait par l'extrémité inférieure de cette cloche, l'expérience serait manquée.

Analyse des gaz. — Lorsqu'on a obtenu la totalité des gaz qui étaient contenus dans le sang par les manœuvres de la pompe, on porte la cloche graduée dans une cuve à mercure profonde de fer, présentant deux parois de glaces parallèles; après quelques minutes d'immersion dans le mercure, dont on prend la température, on mesure exactement le volume occupé par le gaz, en ayant soin que le niveau du mercure dans la cloche soit d'un millimètre plus bas que le niveau du mercure dans la cuve de forme rectangulaire, si la hauteur de l'eau dans la cloche est de $13^{mm},5$ environ : on

est sûr alors que le gaz est soumis à la pression atmosphérique donnée par un baromètre.

On fait passer avec une pince de fer deux pastilles de potasse dans la cloche et on agite, ce qui favorise la dissolution de l'alcali et l'absorption de l'acide carbonique; on lit le volume occupé par le gaz restant mélangé d'oxygène et d'azote : si une nouvelle agitation des gaz avec la solution de potasse donne le même nombre, on est sûr que l'absorption de l'acide carbonique est complète; pour doser l'oxygène, le meilleur procédé, le plus exact à mon avis, c'est mon eudiomètre à eau; on fait passer sur la cuve à eau le gaz restant à l'aide d'un entonnoir à gaz dans une cloche graduée pleine d'eau; on mesure le volume occupé et on ajoute un volume triple d'hydrogène pur toujours en réserve dans l'appareil de Kipp (fig. 7); on agite vivement les gaz, et on porte la cloche, après avoir mesuré le volume, dans un grand bocal plein d'eau renfermant l'excitateur à fil de platine et le support à curseur qui sert à fixer fortement la cloche sur un disque de caoutchouc; on fait passer le courant de quelques accumulateurs, le fil de platine rougit et enflamme le mélange; le tiers de la réduction mesurée représente l'oxygène; en opérant ainsi, en ramenant les volumes des gaz acide carbonique, oxygène et azote, secs, à 0° et à la pression de 760 millimètres, ce qui se fait très facilement par l'emploi d'un tableau qui donne les nombres ou coefficients de correction, quand on a lu la pression barométrique et la température de la cuve à mercure, on obtient pour 100 centimètres cubes de sang normal du chien :

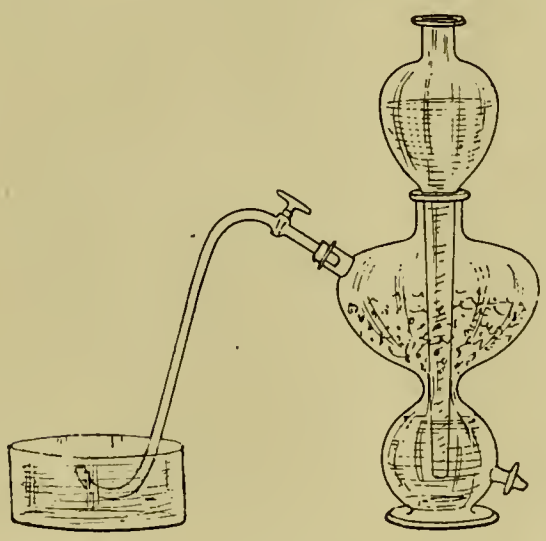

Fig. 7. — Appareil de Kipp servant à la préparation d'hydrogène pur.

Acide carbonique.....	42cc,7
Oxygène.....	13 45
Azote	2 3

Variations que présentent les gaz du sang. — 1° Le sang veineux contenu dans le cœur droit et dans les veines caves supérieure et inférieure renferme toujours, à l'état normal, plus d'acide carbonique que le sang artériel du cœur gauche, qui a traversé les poumons ; l'acide carbonique est exhalé en certaine quantité par les poumons, comme nous le reconnaîtrons plus tard; nous verrons aussi que l'acide carbonique augmente dans le sang quand on fait respirer aux animaux de l'air contenant une certaine proportion de ce gaz.

2° Quand l'air cesse d'arriver aux poumons, quand on plonge dans l'eau, par exemple, très rapidement, l'oxygène diminue dans le sang, qui de rouge vif devient foncé, et au bout d'une minute d'immersion le phénomène est déjà très marqué : il est donc utile, avant de plonger, de renouveler l'air dans les poumons par d'énergiques et fréquents mouvements respiratoires; et ce qui serait mieux encore, ce serait de respirer quelques litres d'oxygène, pour retarder l'asphyxie.

3° Quant à l'azote, son volume dans le sang est à peu près constant, et les différences indiquées par plusieurs physiologistes tiennent à ce qu'il reste dans le récipient un très petit volume d'air que la pompe a laissé : c'est un espace nuisible : j'ai démontré l'existence de cet espace en faisant passer dans le récipient déjà vide un certain volume d'hydrogène que j'ai extrait à l'aide de la pompe et, après l'introduction dans le récipient d'eau distillée contenant de l'air en solution, j'ai obtenu dans mon grisoumètre une réduction due à la combustion d'un petit volume d'hydrogène qui ne pouvait provenir que de l'espace nuisible.

4° Quand on soumet un animal à l'action de l'air comprimé et qu'on décomprime brusquement (expérience de Paul Bert), on trouve dans le sang un volume d'azote

beaucoup plus grand, dont les bulles interrompent le cours du sang et causent la mort de l'animal. Toutes ces variations seront étudiées successivement.

Fig. 8. — Sang coagulé sérum et caillot.

La question des gaz du sang est une des plus importantes de la physiologie; elle m'a permis de mesurer les rapports nécessaires qui existent entre l'organisme et l'air ambiant chez l'homme et chez les animaux aériens, entre l'organisme et l'eau douce ou salée chez les animaux aquatiques.

Le sang sorti des vaisseaux se coagule et se sépare en caillot C qui se rétracte et en sérum S (fig. 8); le caillot renferme la fibrine et tous les globules.

CHAPITRE III

Le cœur et les vaisseaux.

Le cœur, l'organe central de la circulation, qui met en mouvement le sang dans les artères, dans les vaisseaux capillaires et dans les veines, est essentiellement musculaire; chez l'homme, chez les mammifères et chez les oiseaux, il présente quatre cavités, deux oreillettes et deux ventricules, et se divise en cœur droit, composé de l'oreillette droite et du ventricule droit, destinés à la petite circulation, ou circulation pulmonaire; et le cœur gauche, formé par l'oreillette gauche et le ventricule gauche, qui sont chargés d'assurer la grande circulation, c'est-à-dire l'irrigation par le sang de toutes les régions de l'organisme (fig. 9).

Pour se rendre bien compte de la forme et de la structure du cœur, on peut se procurer un cœur de mouton et le disséquer avec un scalpel et une pince. On voit les oreillettes, dont les parois sont minces; l'oreillette droite présente deux ouvertures, l'une qui reçoit la veine cave supérieure, l'autre la veine cave inférieure. Entre l'oreillette et le ventricule droit on voit une ouverture garnie de trois valvules ou voiles membraneux dont le bord est pourvu de fibres tendineuses qui viennent se fixer aux colonnes charnues que présentent les parois intérieures du ventricule droit; ces valvules sont actives et ont reçu le nom de valvules *tricuspides*. Les parois musculaires du ventricule droit sont beaucoup plus épaisses que celles de l'oreillette. De ce ventricule part un gros vaisseau, l'artère pulmonaire, garnie à son origine de trois replis membraneux en forme de nids de pigeons, qui en se rapprochant ferment complètement l'entrée de l'artère pulmonaire, et en s'écartant laissent passer le sang lancé par la contraction ou systole ventriculaire : ces valvules sont passives et diffèrent de toutes les soupapes employées dans les pompes construites par l'industrie humaine, en ce qu'elles s'effacent, s'aplatissent contre les parois de l'artère et n'apportent aucun obstacle au cours du sang.

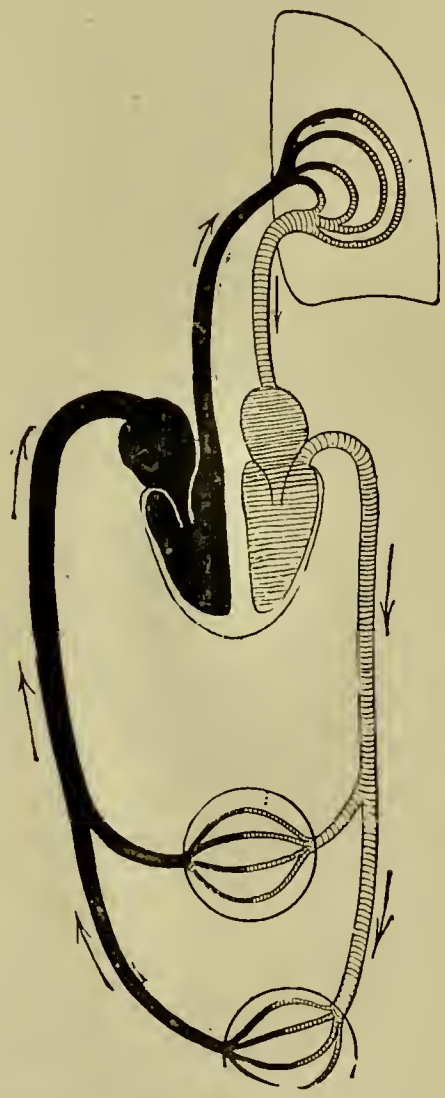

Fig. 9. — Schéma de l'appareil circulatoire de l'homme.

Cœur droit, petite circulation ; cœur gauche, grande circulation.

Artère pulmonaire et cœur gauche.

L'artère pulmonaire se divise en deux branches dont l'une se rend au poumon droit, l'autre au poumon gauche; l'injection de ce vaisseau par une matière grasse colorée permet de reconnaître par la dissection la division extrême en petites artères et en artérioles, puis la continuité de ces vaisseaux avec les capillaires, qui ne sont visibles qu'au microscope et que l'on suit admirablement dans les

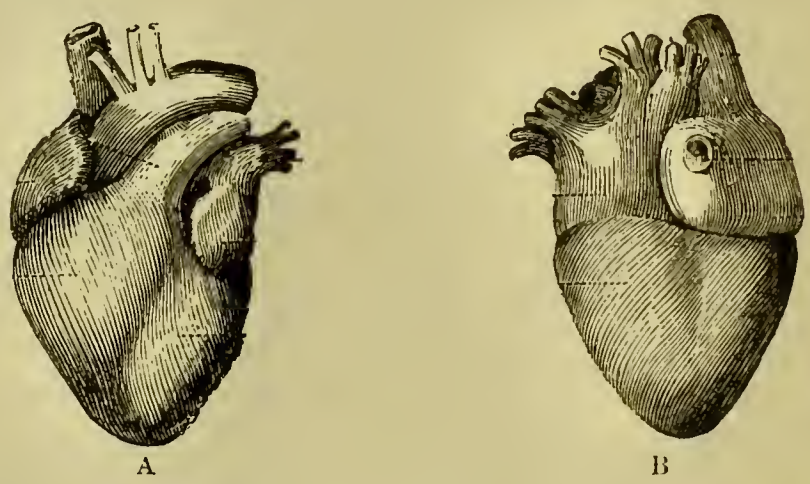

Fig. 10. — A, face antérieure du cœur de l'homme; B, face postérieure du cœur de l'homme.

sacs pulmonaires de la grenouille; les capillaires se continuent par les veines pulmonaires, qui se réunissent pour former quatre troncs aboutissant à l'oreillette gauche; cette cavité, à parois musculaires et minces, s'ouvre par l'orifice auriculo-ventriculaire dans le ventricule gauche, dont les parois sont trois fois plus épaisses que celles du ventricule droit, parce que ce ventricule a un travail beaucoup plus considérable à effectuer, puisqu'il est chargé de faire circuler le sang dans toutes les parties du corps. L'ouverture qui met en communication l'oreillette avec le ventricule est garnie de deux replis membraneux, qui, lorsqu'ils sont appliqués l'un contre l'autre, ressemblent à une mitre d'évêque, d'où le nom de valvule mitrale; les fibres

tendineuses de ces valvules viennent se terminer dans les colonnes charnues qui font partie de la musculature du ventricule gauche; dans cette cavité on trouve une autre ouverture arrondie qui est l'origine de l'artère aorte, le plus gros vaisseau artériel de l'organisme, garni de trois valvules sigmoïdes exactement semblables par leur forme à celles de l'artère pulmonaire, mais d'un tissu plus épais et plus solide; au milieu de chaque valvule se trouve un petit renflement, le *nodule d'Arantius,* qui complète la fermeture des valvules, car trois cercles tangents laissent entre eux une ouverture triangulaire (triangle sphérique) qui rendrait les valvules insuffisantes et permettrait au sang de l'artère aorte de rentrer en partie dans le ventricule au moment où il se dilate après sa contraction.

Cette description anatomique est loin d'être complète, mais elle suffit pour montrer quelle est l'importance du cœur et quelles précautions nous devons prendre pour ne pas trop fatiguer un organe dont l'activité est extrême, car elle commence au *punctum saliens* que l'on aperçoit dans le développement du poulet dès le second jour de l'incubation et se continue pendant toute la durée de la vie, aussi bien dans la veille que dans le sommeil.

Il faut éviter tout effort trop grand ou trop continu, et je ne puis que condamner les courses trop longues, les exercices violents, qui peuvent aboutir à des lésions incurables des valvules ou à des altérations du myocarde, c'est-à-dire des fibres musculaires du cœur, qui sont anastomosées, ce qui est en rapport, suivant toute probabilité, avec la simultanéité de leur contraction. Nous devons éviter autant que possible les émotions trop vives, les chagrins, les soucis, tout ce qui peut troubler le jeu admirable du cœur, dont il me reste à vous entretenir.

Observation du cœur en mouvement.

Les physiologistes peuvent facilement observer le cœur en mouvement chez les animaux, et même enregistrer les

contractions. Chez une grenouille curarisée qui a reçu sous la peau quelques gouttes de ce poison si bien étudié par l'illustre Claude Bernard, tous les mouvements volontaires sont abolis, les nerfs moteurs ne commandent plus aux muscles, mais le cœur continue à battre. Si l'on ouvre chez la grenouille, avec des ciseaux, la paroi qui correspond à la poitrine des mammifères, on voit le cœur enveloppé d'un sac membraneux, le péricarde, que l'on incise

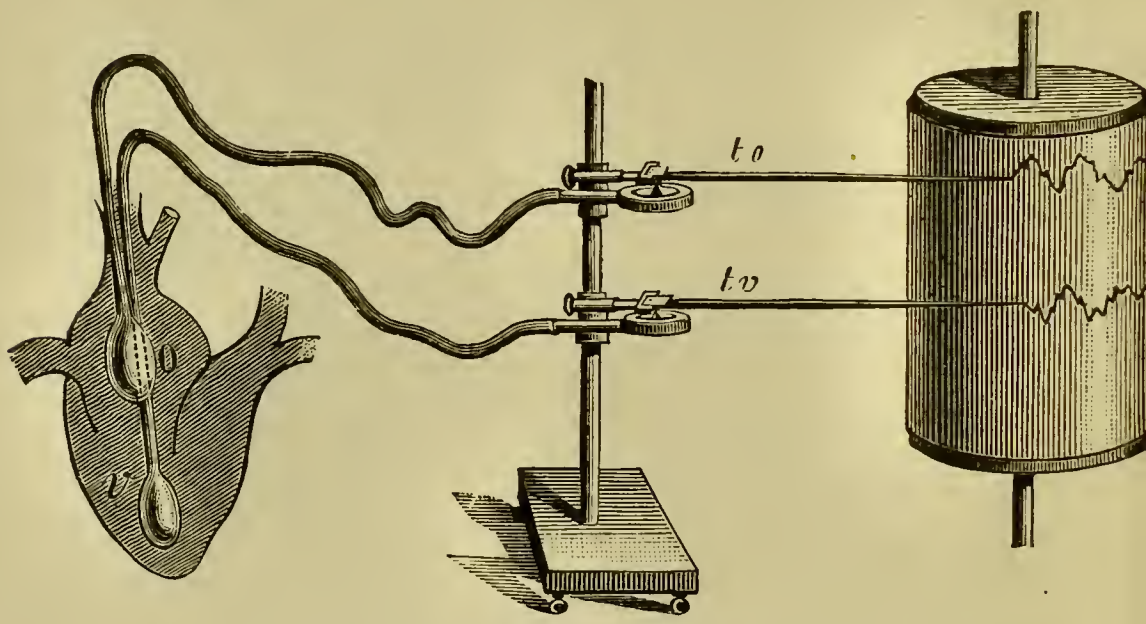

Fig. 11. — Sondes cardiographiques introduites dans le cœur droit et tambour à levier de Marey.

avec précaution; les deux oreillettes battent ensemble, et le ventricule unique de la grenouille se contracte ensuite. Au moment de la contraction ou systole, le ventricule devient beaucoup plus petit et blanchit, ce qui démontre qu'il se vide de sang; dans le mouvement suivant de dilatation ou de diastole, le ventricule devient rouge et se remplit du sang déplacé par les systoles auriculaires.

On obtient des tracés à l'aide d'un cardiographe de Marey.

Chez les mammifères curarisés dont la vie est entretenue par la respiration artificielle, on peut également ouvrir la poitrine et suivre les contractions du cœur.

Une expérience fort intéressante est faite dans mon laboratoire par M. le docteur Pachon : elle consiste à isoler un cœur de lapin, à injecter dans les artères coronaires un sérum artificiel chauffé à 38°, qui maintient pendant plusieurs heures les contractions du cœur isolé.

Expériences cardiographiques des professeurs Chauveau et Marey. — A l'aide de sondes spéciales représentées par la figure 11 et de tambours à levier de Marey

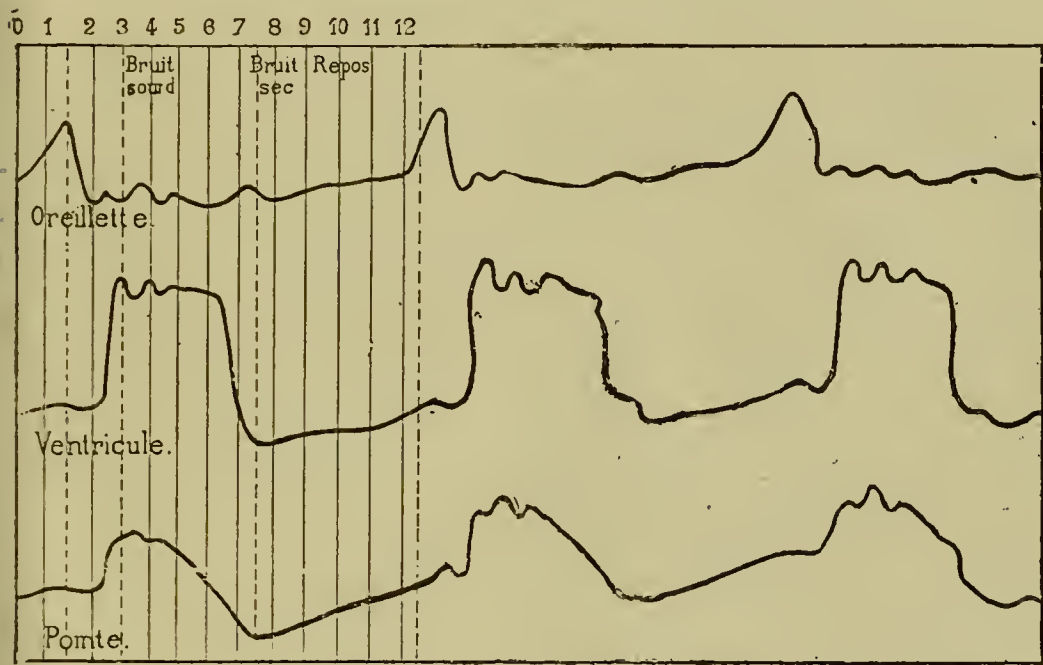

Fig. 12. — Tracés obtenus à l'aide des sondes cardiographiques : tracés de l'oreillette, du ventricule droit et de la pointe du cœur.

traçant les mouvements imprimés par les cavités du cœur d'un cheval à des ampoules de caoutchouc introduites dans l'oreillette droite, le ventricule droit et au niveau de la pointe du cœur ou dans le ventricule gauche, ces deux expérimentateurs ont obtenu les tracés que l'on voit représentés par la figure 12.

La première ligne correspond à la systole de l'oreillette droite ; la seconde, à la systole du ventricule droit ; la troisième au choc produit par la pointe du cœur.

C'est le médecin de Charles Ier, roi d'Angleterre, l'illustre Harvey, qui découvrit la circulation du sang, et il

fit des expériences très démonstratives sur les veines du bras de l'homme. En appliquant un lien serré à la racine du membre, on voit toutes les veines du bras se gonfler.

CHAPITRE IV

Pression du sang dans les artères.

Pression du sang dans les artères. — Hales, célèbre expérimentateur anglais, découvrit une artère sur un animal (cheval), introduisit et fixa dans le vaisseau l'extrémité d'un long tube de verre, et vit alors le sang s'élever à 8 pieds anglais ou $2^m,44$, ce qui donne une mesure de la pression artérielle.

Poiseuille, membre de l'Académie de médecine, que j'ai connu au Collège de France dans le laboratoire de Claude Bernard, a mesuré avec plus d'exactitude et de facilité la pression artérielle au moyen d'un manomètre à mercure. Un tube de verre recourbé, à deux branches parallèles de longueur différente, contient du mercure qui s'élève d'abord au même niveau; à la petite branche est attaché un tube de caoutchouc à parois rigides ou un tube de plomb qui se termine par un ajutage métallique; un robinet permet d'établir ou d'interrompre la communication du manomètre avec l'ajutage. On commence par remplir la petite branche d'une solution de 100 gr. de carbonate de soude et de 100 gr. de sulfate de soude dans un litre d'eau qui a pour but de retarder la coagulation du sang; on découvre une artère, l'artère carotide par exemple, chez un animal; on fixe dans le vaisseau l'ajutage du manomètre et, dès que l'on ouvre le robinet, le sang entre et soulève le mercure à 15 centimètres environ chez les animaux supérieurs; à chaque systole du ventricule gauche du cœur, le mercure monte plus haut, puis des-

cend, et Poiseuille notait les hauteurs atteintes sur une règle graduée en centimètres et millimètres, placée entre les deux tubes de verre parallèles.

Manomètre enregistreur de Ludwig. — Le professeur Ludwig a été le maître des physiologistes allemands, comme Claude Bernard a été celui des physiologistes français, et on peut dire avec plus d'exactitude que ces deux grands expérimentateurs ont été les maîtres de

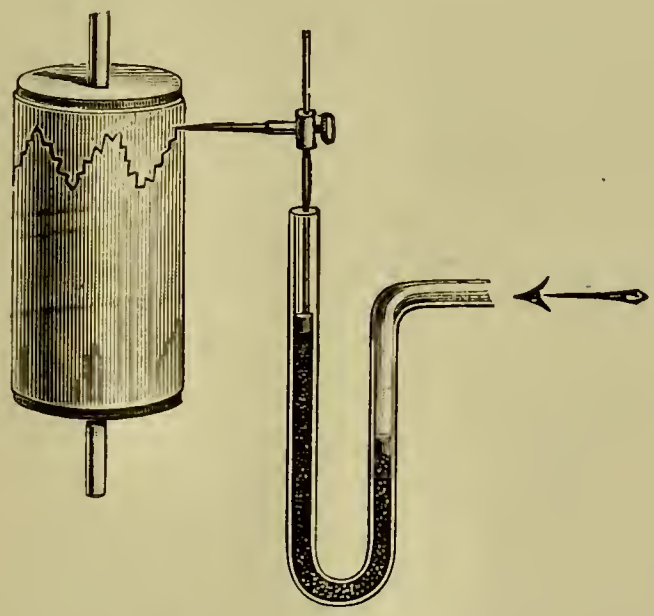

Fig. 13. — Manomètre enregistreur de Ludwig.

tous les physiologistes; Ludwig apporta un grand perfectionnement dans l'application du manomètre en utilisant un flotteur guidé convenablement, reposant sur le mercure, qu'il suit dans tous ses mouvements, et traçant, à l'aide d'un style horizontal, sur un cylindre de papier noirci à la fumée, une courbe qui indique toutes les variations de la pression sanguine (fig. 13).

Le cylindre reçoit un mouvement uniforme à l'aide d'un ressort moteur ou d'un poids, et le mouvement est réglé soit par un pendule conique, soit par un régulateur de Foucault, comme dans le cylindre de Marey. Pour que le style n'abandonne jamais la surface du cylindre, on se

sert d'un petit pendule formé d'un fil de soie tendu par un poids qui appuie sur le style.

La courbe obtenue présente des dentelures : les grandes correspondent aux variations de pression causées par les mouvements respiratoires, les petites sont dues aux systoles du ventricule gauche du cœur (fig. 14).

Manomètre double de François Franck. — Nous employons fréquemment dans nos laboratoires un instrument plus compliqué, composé de deux manomètres à mercure qui permettent, par exemple, d'inscrire à la fois la pression sanguine dans une artère et dans une veine; dans une veine du cou, la jugulaire, du côté du cœur, la pression est égale ou inférieure à la pression atmosphérique; la pression dans une veine des membres du côté périphérique peut monter jusqu'à une certaine hauteur, le sang artériel continuant à pénétrer par les capillaires dans les vaisseaux d'origine de la veine liée ; les valvules des veines s'ouvrent du côté du cœur, mais se ferment aussitôt pour empêcher le sang de retourner en arrière du côté des capillaires.

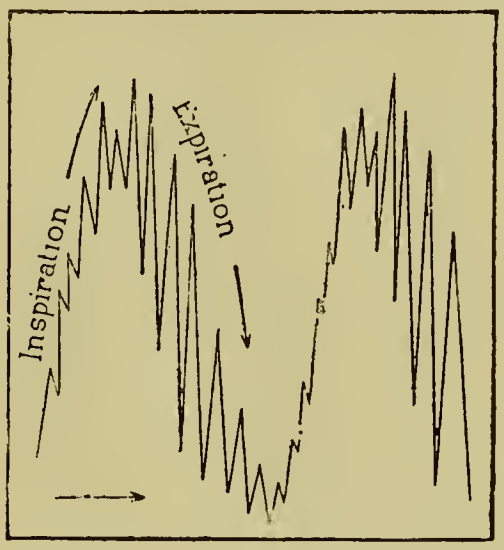

Fig. 14. — Tracé obtenu chez le chien à l'aide du manomètre enregistreur : la partie ascendante correspond à l'inspiration, la partie descendante à l'expiration.

Causes qui font varier la pression sanguine dans les artères.

Je ne décrirai ici que quatre moyens employés par les physiologistes pour faire diminuer ou accroître la pression du sang dans les artères : ce sont l'action du nerf pneumogastrique, celle du nerf dépresseur de Ludwig et de Cyon, l'insufflation d'air comprimé dans les

poumons, la ligature des gros vaisseaux, de l'aorte abdominale en particulier.

Nerf pneumogastrique. — Quand on dissèque la région du cou chez un animal de la classe des mammifères, on trouve, à côté de l'artère carotide droite ou gauche, près de la trachée, un gros tronc nerveux : c'est un nerf cranien qui appartient à la dixième paire et qui fournit un grand nombre de filets au larynx, au cœur, aux poumons, à l'estomac. Pour son étude anatomique je suis

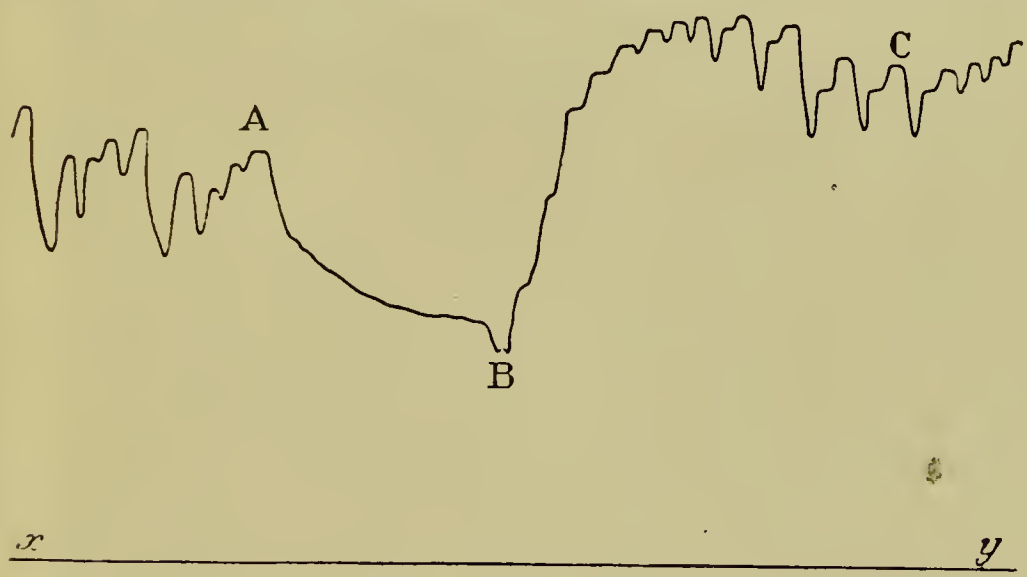

Fig. 15. — Arrêt du cœur par l'excitation du nerf pneumogastrique chez le chien.

forcé de renvoyer le lecteur aux ouvrages d'anatomie si excellents et remplis de si belles figures que les étudiants en médecine utilisent avec tant de profit, car l'anatomie humaine est la mieux connue dans tous ses détails et sert de base aux brillantes applications de la chirurgie. Nous connaissons aussi très complètement l'anatomie du chien, due à de savants vétérinaires, l'anatomie du lapin, celle de la grenouille (Ecker).

On découvre chez un chien ou chez un lapin convenablement fixé la région du cou, la trachée, le nerf pneumogastrique et l'artère carotide gauche, par exemple ; on mesure et on inscrit, à l'aide du manomètre de Ludwig ou de celui de François Franck, la pression du sang dans

l'artère. D'autre part, on lie fortement le pneumogastrique du côté du cerveau, pour qu'en excitant ce nerf très sensible au-dessous de la ligature on ne détermine point de douleur et d'agitation de l'animal, et en portant la pince électrique sur le nerf pendant l'inscription du tracé sur le cylindre de Marey on voit, comme le montre la figure 15, un abaissement considérable et immédiat de la pression, disparition des systoles, arrêt du cœur en diastole, toutes les cavités du cœur étant distendues par l'afflux du sang veineux. Cette expérience mémorable est due aux frères Weber, deux physiologistes éminents ; elle a été répétée avec succès par tous les physiologistes.

Diminution de la pression sanguine par l'excitation du nerf dépresseur.

Une autre grande découverte est celle du nerf dépresseur, qui a été faite chez le lapin par le professeur Ludwig, et par l'un de ses meilleurs élèves, le docteur de Cyon. Quelle sagacité il a fallu à ces savants pour découvrir l'activité physiologique d'un filet nerveux très ténu et qui exige presque l'emploi de la loupe pour qu'on puisse l'isoler dans le tissu conjonctif voisin de la trachée de l'artère carotide et du nerf vague ou pneumogastrique : dans cette région, on découvre avec un tenaculum deux petits filets nerveux parallèles : l'un est le filet cervical du grand sympathique dont j'aurai l'occasion de reparler. En portant sous ce petit nerf qui réunit le ganglion cervical supérieur au ganglion cervical inférieur, la pince électrique pour l'exciter, on voit aussitôt l'oreille du même côté pâlir par suite de la contraction des vaisseaux artériels, et la pupille se dilater avec projection de l'œil en avant ; l'autre filet est le nerf dépresseur, et, pour reconnaître son action, il faut, avant de l'exciter avec la pince électrique, introduire un ajutage de verre ou de métal dans l'artère carotide, mesurer et inscrire la pression du sang ; dès que l'on porte l'excitation électrique sur le nerf dépresseur, on voit s'abaisser immédiatement de 4 à 5 cen-

timètres de mercure la pression du sang, comme le montre le tracé (fig. 16). L'explication de ce phénomène, qui n'a pu être observé pour la première fois que par des physiologistes très habitués à l'inscription de la pression du sang et aux manœuvres d'une expérimentation difficile, est celle-ci. Pour Ludwig et de Cyon, le nerf dépresseur qui naît à la partie antérieure du cou par deux filets, l'un fourni par le nerf pneumogastrique, l'autre par le nerf laryngé supérieur, branche du précédent (N. P. G.), se rend au cœur, où il se termine. Qu'un obstacle se présente

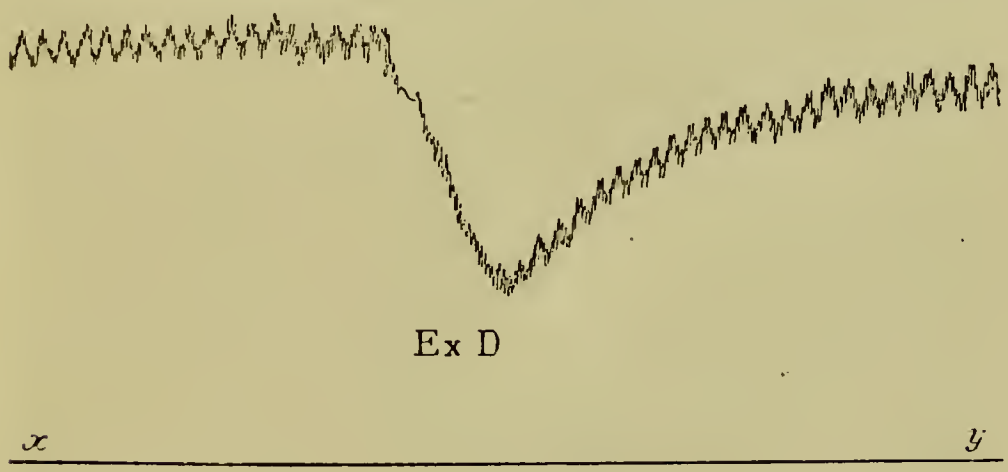

Fig. 16. — Courbe obtenue lors de l'excitation du nerf dépresseur.

dans l'appareil circulatoire et rende plus difficiles les systoles auriculaires et ventriculaires, les terminaisons du nerf dépresseur très sensible sont excitées ; ce nerf, dans le cerveau ou dans la moelle allongée, agit sur les origines des nerfs moteurs des vaisseaux, qui se rendent aux fibres lisses des vaisseaux artériels, et les paralyse ; de là résulte la dilatation de toutes les artères de l'organisme ; les vaisseaux devenant plus larges, le cours du sang est rendu plus facile, et la pression baisse dans les artères, comme le démontre la figure que j'ai fait reproduire d'après un tracé dû à mon habile assistant le professeur agrégé Gley.

En 1867, il y a trente-neuf ans, j'ai eu l'honneur de répéter devant une commission de membres de l'Acadé-

mie des sciences composée de Claude Bernard, Longet, Charles Robin, de Quatrefages et le baron Hippolyte Larrey, dans le laboratoire du Collège de France, la belle expérience de Ludwig et de Cyon, qui réussit parfaitement. Dans la même séance, j'ai isolé un cœur de grenouille et j'ai placé dans l'oreillette droite et dans le ventricule deux tubes de verre traversés par du sérum de sang de lapin, qui entretient les contractions du cœur pendant plusieurs heures (expérience de Cyon).

Examen au microscope de la circulation du sang. — Chez la grenouille, le cœur possède deux oreillettes et un seul ventricule. L'un des plus beaux phénomènes que l'on puisse observer (Malpighi) est celui de la circulation du sang dans une patte de grenouille. On choisit un de ces batraciens ayant une membrane natatoire des pattes postérieures bien transparente, peu pigmentée, et on injecte sous la peau du dos dans les sacs lymphatiques, à l'aide d'une seringue de Pravaz, quelques gouttes d'une solution étendue de curare à 1 sur 1,000.

Au bout de 10 à 15 minutes, la grenouille est complètement paralysée. Nous étudierons plus tard les effets du poison, qui ont été découverts par l'illustre Claude Bernard. On voit que les mouvements respiratoires du plancher buccal sont complètement arrêtés; la grenouille, placée sur le dos, y reste et ne peut pas se retourner, ce qu'elle fait instantanément lorsqu'elle est à l'état normal. Aucun mouvement n'apparaît dans les membres, cependant le cœur continue à battre : en effet, si l'on tend sur une plaque de liège, avec des épingles et au-dessus d'une ouverture circulaire, la membrane qui réunit les doigts de la patte postérieure, et si l'on dispose cette surface bien éclairée sous l'objectif d'un microscope, on aperçoit, à un faible grossissement de 30 diamètres, les vaisseaux artériels et veineux et les capillaires qui les réunissent traversés par un courant rapide de sang; on distingue les artères, dans lesquelles le courant se dirige du tronc vers les branches, des veines, dans lesquelles le sang

pénètre des branches vers le tronc. Le réseau capillaire est riche, et les globules rouges n'en sortent pas (fig. 17). A un plus fort grossissement, 200 diamètres, on voit les globules cheminer lentement dans les capillaires, et se courber convenablement ou s'étirer pour s'adapter à la forme des parois des capillaires.

Ce phénomène admirable, qui nous donne une idée juste de la circulation du sang, qui a lieu chez nous comme chez les vertébrés et chez beaucoup d'invertébrés, peut être observé dans la langue de la grenouille convenablement fixée et tendue, dans le mésentère (membrane très transparente) qui conduit à l'intestin et à l'estomac de nombreux vaisseaux, et à la surface des poumons ou des sacs pulmonaires, que l'on dispose entre deux disques minces de verre rapprochés convenablement et qui constituent l'appareil du physiologiste Holmgren.

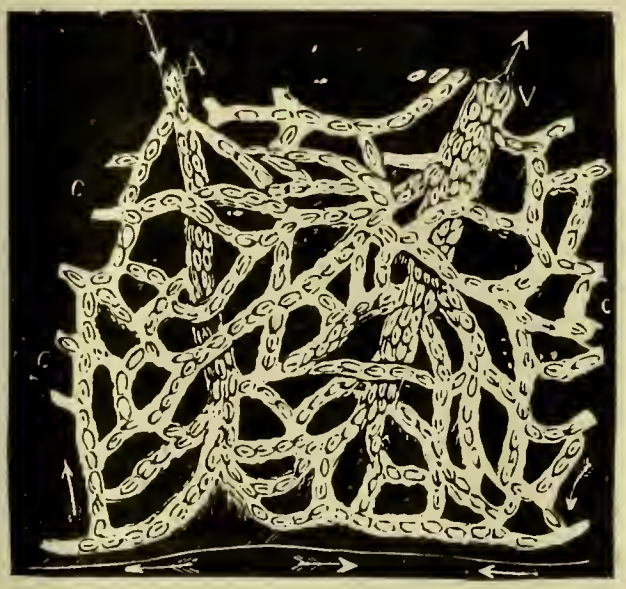

Fig. 17. — Réseau capillaire de la membrane natatoire de la grenouille.
(Cette figure doit être examinée à la loupe.)

Dans le réseau capillaire très riche qui recouvre les poumons de la grenouille, le nombre et la rapidité du mouvement des globules donne la sensation d'une véritable pluie; mais il faut remarquer que le grossissement du microscope multiplie la vitesse.

C'est un fait bien remarquable et que je signale ici, que les grenouilles pendant l'hiver restent constamment au fond de l'eau; les poumons ne leur servent plus, puisqu'elles ne viennent pas respirer l'air à la surface; la respiration cutanée leur suffit. Il en est de même chez une

grenouille curarisée qui respire uniquement par la peau et qui, au bout de quelques jours, a éliminé le curare, probablement par les reins, et revient à l'état normal si la dose du poison n'a pas été trop grande.

CHAPITRE V

Les vaisseaux : artères, veines, capillaires.

Du ventricule gauche part un gros vaisseau artériel, l'aorte, qui se recourbe en forme de crosse et descend chez l'homme le long de la colonne vertébrale; elle se divise à la partie inférieure de l'abdomen, dans la région lombaire, en deux troncs, les artères iliaques, qui se distribuent dans le bassin et dans les membres inférieurs (artères fémorales, tibiales, pédieuses, etc. (fig. 18).

Tout le long de l'aorte naissent des branches artériel les; de la crosse part le tronc brachio-céphalique, qui se divise en artère carotide droite et artère sous-clavière droite, qui se continue par l'artère humérale du bras, radiale et cubitale de l'avant-bras, par l'arcade palmaire, qui réunit la radiale à la cubitale, d'où partent les artères qui fournissent à toutes les parties de la main, cet organe qu'on ne peut pas trop admirer. L'aorte fournit des rameaux au cœur : les artères coronaires, qui naissent un peu au-dessus des valvules sigmoïdes, des artères qui vont aux bronches, les artères intercostales. Dans l'abdomen, au-dessous du diaphragme, je signalerai le tronc cœliaque, qui fournit au foie (artère hépatique), à la rate (artère splénique), à l'estomac; l'artère mésentérique supérieure et l'artère mésentérique inférieure, qui se divisent à l'infini dans l'intestin et dont les rameaux se trouvent compris entre les deux feuillets du mésentère, membrane qui rattache l'intestin à la région lombaire.

Pour avoir une idée exacte du nombre et de la distri-

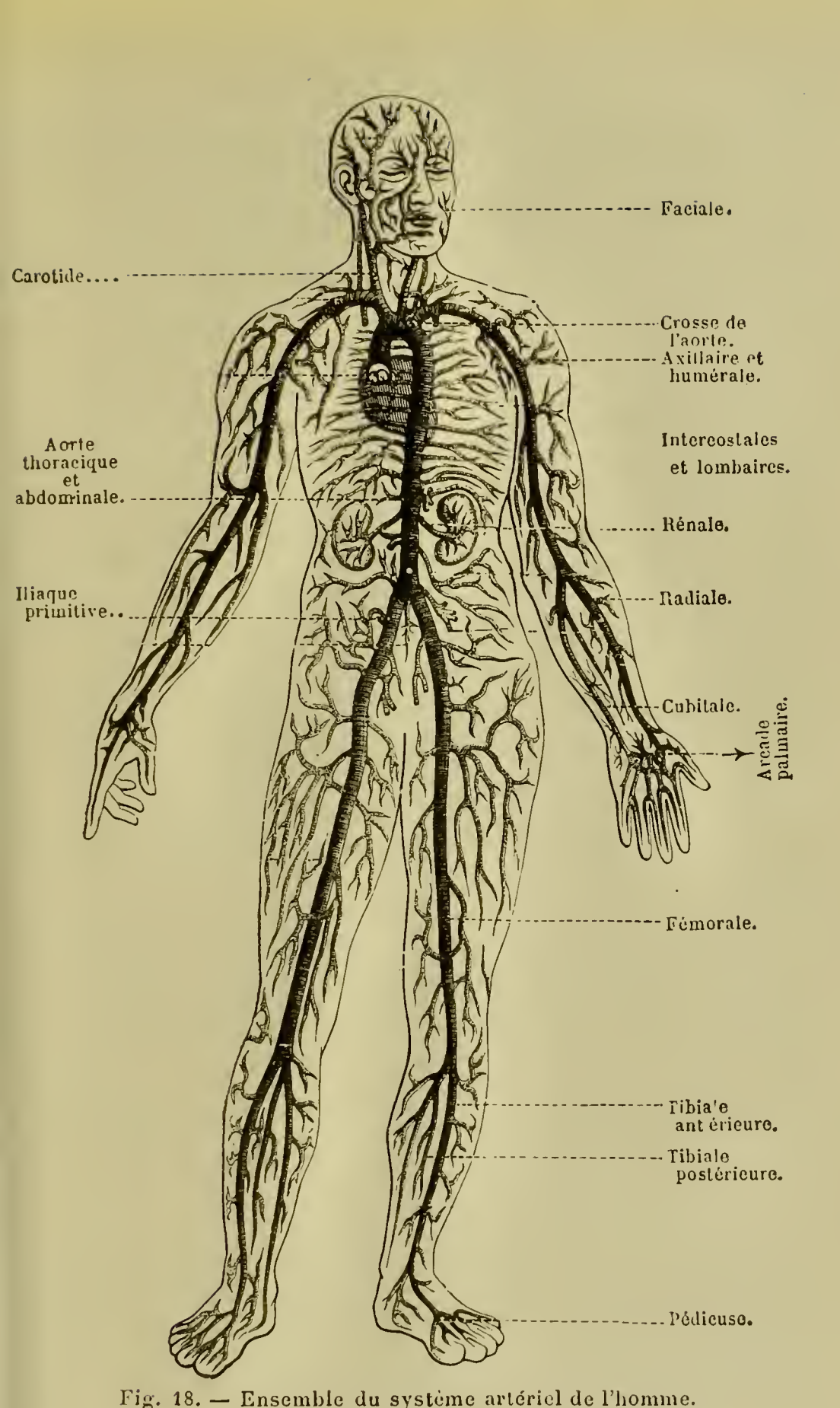

Fig. 18. — Ensemble du système artériel de l'homme.

bution des artères, il est nécessaire, comme on le fait pour l'instruction des étudiants en médecine, d'injecter par l'artère carotide tout le système artériel : on sait qu'après la mort les artères se vident complètement, de sorte que les anatomistes anciens croyaient que les artères ne contenaient pas de sang et renfermaient de l'air, erreur qui n'a été détruite que par les résultats d'observations faites sur des animaux vivants.

On introduit et on fixe dans l'artère carotide un ajutage métallique présentant une extrémité rétrécie sur laquelle le vaisseau incisé est fortement lié; d'autre part, on prépare une matière à injection formée de graisse, de suif ou d'axonge, que l'on fait fondre à une douce chaleur et à laquelle on a incorporé une matière colorante très divisée, comme du vermillon (sulfure de mercure rouge) ou du bleu de Prusse. Dans une seringue métallique qui a été immergée dans l'eau chaude, on aspire ce liquide, et on l'injecte avec une certaine pression dans l'artère : on obtient une injection pénétrante, et on attend plusieurs heures avant de commencer la dissection, qui permet de reconnaître, d'étudier et de dessiner ou de photographier toutes les branches artérielles.

Je ne puis que recommander à tous ceux qui désirent avoir des notions anatomiques précises, des visites répétées dans notre splendide galerie d'anatomie comparée, où l'on verra un nombre considérable de préparations dues aux anatomistes les plus habiles, parmi lesquels j'aime toujours à citer le regretté Boulard, qui, dans un emploi modeste de préparateur, a enrichi cette galerie; on trouvera dans les vitrines des préparations fort instructives avec des étiquettes bien détaillées.

C'est un fait anatomique remarquable que les artères principales dans les membres et à la racine des membres se trouvent toujours du côté de la flexion; ainsi, pour les membres inférieurs, l'artère fémorale se trouve vers le milieu du pli de l'aine, puis elle se dirige à petite distance du fémur (os de la cuisse), traverse l'anneau du tendon

du 3e muscle adducteur, pour passer en arrière et devenir artère poplitée; quand on croise les jambes, la jambe droite étant placée sur le genou de la jambe gauche, on aperçoit à l'extrémité du pied droit de petits mouvements, synchrones à ceux du cœur : c'est la compression de l'ar-

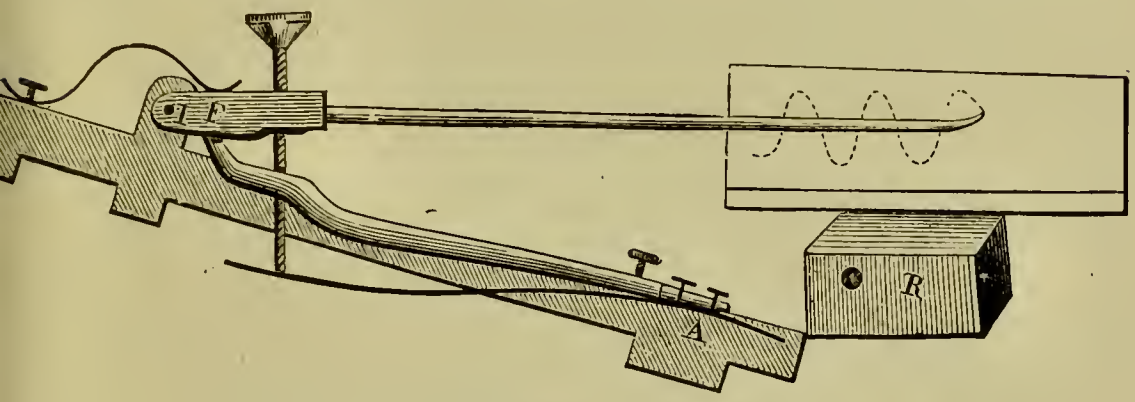

Fig. 19. — Sphygmographe de Marey isolé.

tère poplitée qui traduit ainsi le pouls de l'artère, comme le fait le sphygmographe de Marey.

La situation des artères dans la flexion les protège contre toute contusion dans les chutes ou dans les chocs qui sont si fréquents à notre époque (fig. 19, 20, 21).

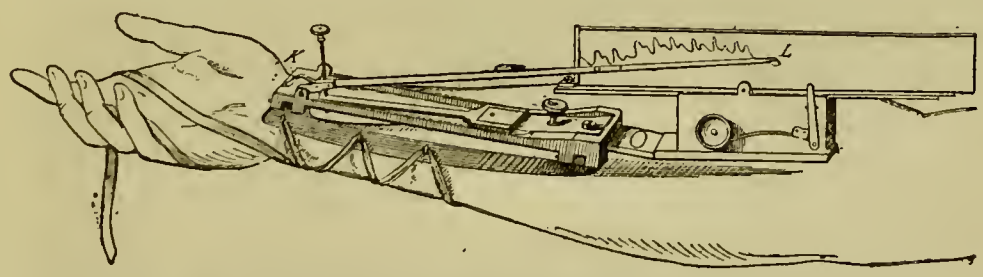

Fig. 20. — Sphygmographe appliqué sur le bras d'un homme, donnant le tracé du pouls radial.

Je dois aussi appeler l'attention de mes lecteurs sur la ligature des artères, découverte par Ambroise Paré, qui est pratiquée par les chirurgiens dans les grandes hémorragies; quand on lie une artère importante, une artère carotide par exemple, chez un animal, les deux bouts du vaisseau s'oblitèrent, il se forme un caillot qui

détermine leur fermeture, mais, en raison des anastomoses avec d'autres artères, c'est-à-dire des communications établies avec d'autres vaisseaux et qui augmentent de calibre, aucun trouble ne se produit et ne compromet la vie de l'animal.

Le cerveau, le cervelet, la moelle allongée, ces cen-

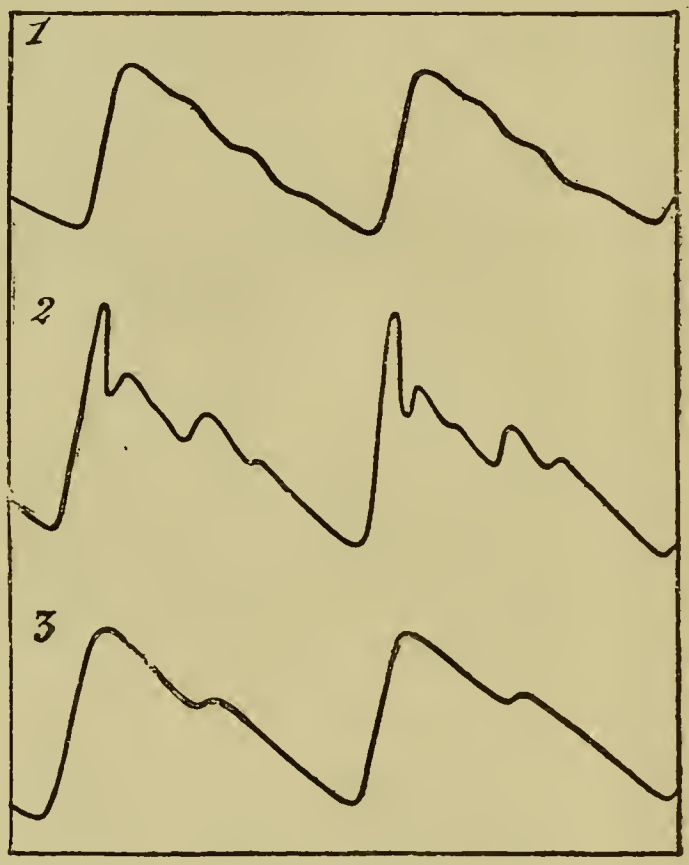

Fig. 21. — Courbes tracées par le sphygmographe.
1, pouls normal ; 2, pouls de l'insuffisance aortique ; 3, pouls dicrote.

tres nerveux qui occupent la cavité du crâne, reçoivent le sang artériel de quatre vaisseaux, les deux carotides, protégées par les muscles sterno-cléido-mastoïdiens, et les deux artères vertébrales, qui suivent un trajet bien compliqué. Elles partent des sous-clavières, pénètrent dans les trous des apophyses transverses des vertèbres cervicales, puis par le trou occipital : les deux artères se réunissent en un tronc unique, le tronc basilaire, qui se bifurque et forme un véritable hexagone artériel en s'a-

nastomosant avec les deux artères carotides internes; de ce réservoir sanguin, où la pression est constante, partent toutes les artères qui desservent les plus importants de nos organes, ceux qui dirigent toutes les fonctions si compliquées de l'organisme.

L'arrêt du cœur suspendant aussitôt la circulation, il

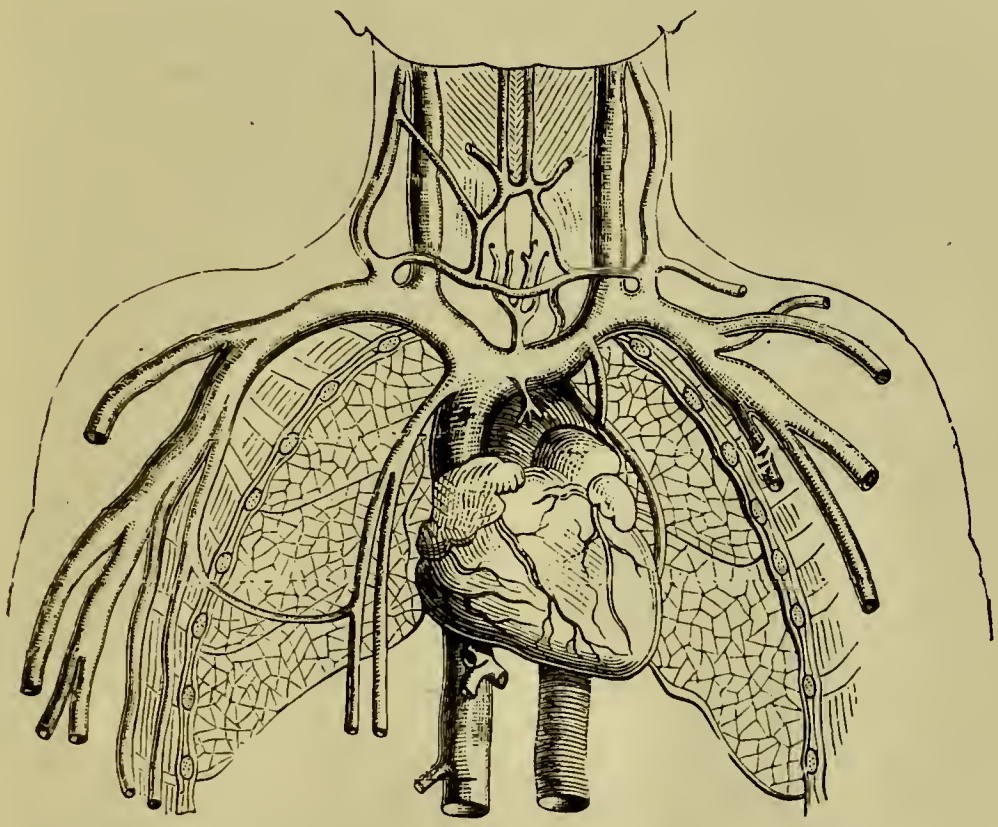

Fig. 22. — Veines du cou, du bras et de la cage thoracique; veine cave supérieure, veine cave inférieure.

y a perte immédiate de connaissance : on tombe aussitôt sans mouvement; il faut coucher le patient horizontalement, produire sur la surface de la peau des excitations mécaniques, pratiquer les tractions de la langue du docteur Laborde, faire respirer de l'oxygène, frictionner les membres inférieurs, l'abdomen et le thorax, particulièrement dans la région du cœur. Un jour, dans un cas de syncope produite chez un jeune berger, à la campagne, par une violente hématémèse (vomissement de

sang provenant de l'estomac), étant loin de toute pharmacie et de tout secours, l'idée me vint de prendre avec un linge une poignée d'orties et de pratiquer sur les jambes découvertes une urtication énergique, douloureuse il est vrai, mais qui réussit à merveille; l'hémorragie s'arrêta, le patient reprit connaissance et se rétablit complètement.

Les veines. — Ces vaisseaux, dont la paroi est plus mince que celle des artères, sont formés aussi de trois tuniques et renferment des fibres musculaires lisses et des fibres élastiques comme les artères, mais en moindre quantité. Presque toutes les veines, surtout celles qui se trouvent dans les muscles et à la plante du pied, contiennent des replis membraneux appelés valvules, qui ont été décrits par Fabrice d'Aquapendente, savant italien (fig. 23); les valvules s'ouvrent du côté du cœur et laissent passer le sang venant de la périphérie, mais elles s'opposent au retour du sang des gros vaisseaux vers ceux qui sont de moindre diamètre. Les valvules manquent dans la veine porte, qui se distribue dans le foie, dans les veines rénales, dans les veines pulmonaires et dans celles du crâne. La présence des valvules dans les veines des membres s'oppose à l'injection de ces vaisseaux par l'introduction d'un liquide coloré par les troncs veineux d'un certain calibre comme la veine fémorale; quand on pousse le piston de la seringue, le liquide est arrêté par les premières valvules, qui sont disposées par deux, l'une en face de l'autre.

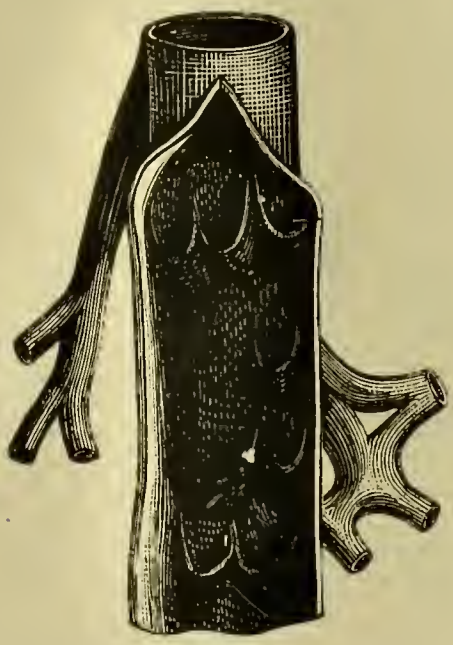

Fig. 23. — Valvules des veines.

Il faut donc injecter les veines par la périphérie, comme l'a fait le professeur agrégé Lejars, qui a obtenu de belles

préparations du réseau veineux très riche, qui se trouve sous la plante du pied et que représente la figure 24; nous marchons en réalité sur une nappe de sang contenu dans les veines garnies de valvules, et à chaque pas que nous faisons, la compression de ces vaisseaux favorise la circulation et aide le travail du cœur.

On ne peut donc trop recommander l'exercice à pied, qu'il ne faut pas abandonner, quelque nombreux et variés que soient les moyens de transport qui sont à notre disposition.

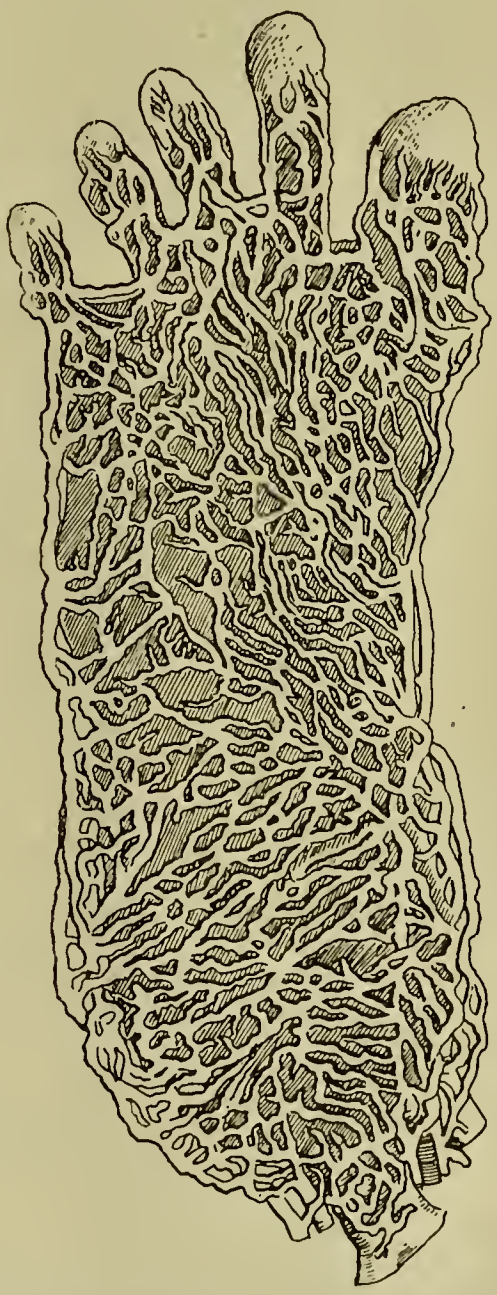

Fig. 24. — Veines de la plante du pied injectées par le professeur Lejars.

Pression du sang dans les veines. — Nous avons mesuré la pression du sang dans les artères; on l'a mesurée aussi dans les veines. Prenons un tube manométrique contenant du mercure et unissons-le par un tube de caoutchouc avec un ajutage fixe, dans les veines fémorales du côté périphérique : nous voyons le mercure s'élever jusqu'à une certaine hauteur, tandis que du côté central de la veine la pression est presque nulle. Même dans la région du cou, on peut observer dans les veines une pression négative inférieure à la pression atmosphérique due à l'aspiration thoracique. Tous les chirurgiens savent que dans les opérations faites dans la

région du cou, il faut éviter avec soin l'ouverture des veines; un mouvement énergique d'inspiration pourrait faire entrer de l'air dans une veine : l'air mélangé au sang dans le cœur droit pénètre par l'artère pulmonaire dans ses nombreuses divisions, et le sang, séparé par les bulles d'air dans les moyens et dans les petits vaisseaux, ne peut plus

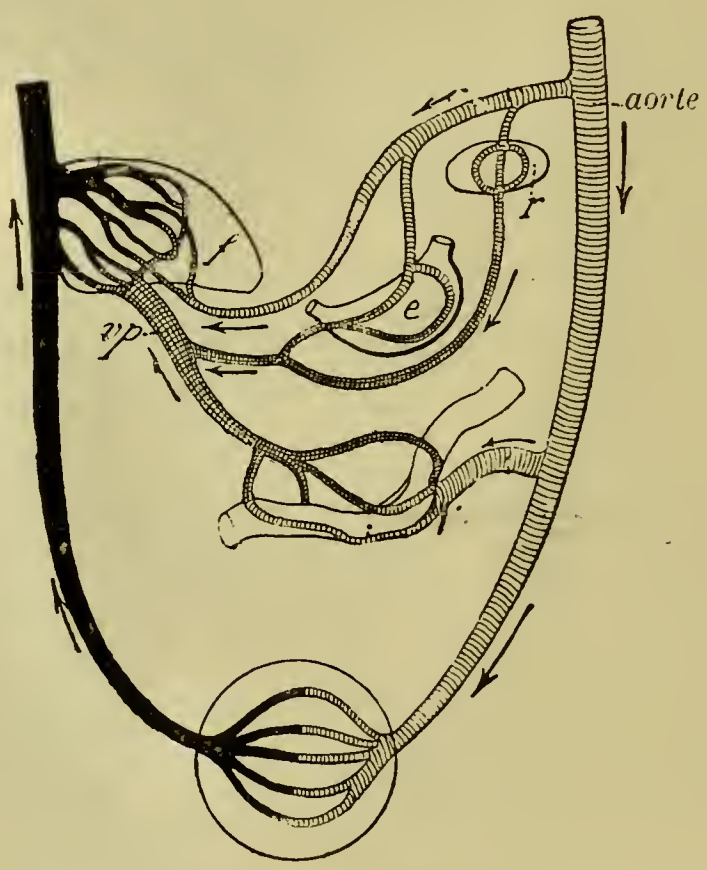

Fig. 25. — Représentant l'artère aorte abdominale, les origines de la veine porte (*vp*), les veines sus-hépatiques et la veine cave inférieure.
f, foie; *vp*, veine porte; *r*, rate; *e*, estomac.

circuler; c'est comme si on avait lié l'artère pulmonaire : la mort de l'animal a lieu rapidement.

Le célèbre physicien Jamin a démontré directement qu'une série de bulles d'air séparées par des index de liquide (eau) dans un long tube capillaire de verre apporte une grande résistance au mouvement du liquide, et on ne peut déplacer ces index qu'en exerçant à l'extrémité du tube une pression assez forte.

Quel est le trajet suivi par un globule sanguin dans tout l'appareil circulatoire ? — Ce trajet est variable, mais prenons un exemple : supposons un globule pris dans la veine cave inférieure, au niveau des veines sus-hépatiques; le globule, chez l'homme qui se tient debout, monte dans la veine cave jusqu'au cœur; il pénètre dans l'oreillette droite, passe dans le ventricule droit, dans l'artère pulmonaire, dans les capillaires si nombreux formant des réseaux admirables, dans les veines pulmonaires qui aboutissent à l'oreillette gauche; de l'oreillette, le globule passe dans le ventricule gauche, et par la systole ou contraction énergique pénètre dans la crosse de l'aorte. Suivons le globule dans ce gros vaisseau, il peut entrer dans une des nombreuses artères qu'il fournit. Supposons qu'il entre dans l'artère mésentérique supérieure, il pénètre dans le mésentère. Arrivé à l'intestin, il passe dans le réseau capillaire et ensuite dans les veines mésentériques, qui se réunissent avec d'autres veines pour former le tronc de la veine porte qui pénètre dans le foie, où cette veine se divise comme une artère; les plus petites divisions de la veine porte se continuent avec un réseau capillaire d'où naissent les veines sus-hépatiques qui se terminent à la veine cave inférieure, point de départ du globule. Je ne m'étendrai pas sur les autres trajets que peuvent suivre les globules, et qui sont très variés, dans les reins, dans les membres inférieurs, etc.

Mesure du temps qu'un globule sanguin met à parcourir l'appareil circulatoire. — Hering a résolu ce problème en injectant dans un vaisseau, dans la veine jugulaire du côté du cœur, une solution de ferro-cyanure de potassium qui colore en bleu une solution de perchlorure de fer. On a fixé d'abord dans le bout périphérique du vaisseau un ajutage par lequel s'écoule le sang que l'on recueille dans une série de tubes à essai, et on trouve qu'au bout d'un certain temps la coloration bleue apparaît dans le sang additionné du sel de fer.

Chez le cheval, on a trouvé un temps égal à 30 secon-

des; chez le chien, on a trouvé 15 secondes, et chez le lapin, 7 secondes; mais le trajet suivi par les globules dans cette expérience est un des plus courts, tandis que celui que j'ai indiqué à partir de la veine cave inférieure au niveau du foie est plus long, et, chez le cheval, le chemin à parcourir par le sang depuis la veine cave inférieure jusqu'aux extrémités voisines du sabot des membres postérieurs est encore plus long.

Pour plus de détails sur la vitesse du sang, je renvoie aux traités de physiologie que j'ai déjà cités.

Mesure de la pression nécessaire pour déterminer la rupture des vaisseaux sanguins par Gréhant et Quinquaud. — Nous nous sommes servis, pour effectuer cette mesure, d'une pompe de Regnault et d'un manomètre à mercure à air libre que le professeur Jamin avait fait installer par notre ami M. Mancuvrier dans l'escalier d'une maison de la rue Saint-Jacques qui appartenait à la vieille Sorbonne et qui a été démolie lors de la reconstruction de la splendide nouvelle Sorbonne. Nous avons fait fixer par Golaz à la partie supérieure du récipient de la pompe un robinet de laiton à trois voies, sur lequel on pouvait visser différents ajutages (fig. 26). On liait fortement sur ces ajutages des bouts d'artère ou de veine pris chez l'homme ou chez les animaux après la mort; voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus : les pressions, indiquées en atmosphères et dixièmes d'atmosphère, ont été mesurées au moment de la rupture.

RÉSISTANCE DES ARTÈRES DE L'HOMME				RÉSISTANCE DES ARTÈRES ET DES VEINES DU CHIEN	
Enfant âgé de	2 ans.	Carotide	6ᵃ8	Artère carot. dr.	6ᵃ9
— —	3	—	7 9	— gauche.	7 8
Homme —	30	— droite ..	4 7	Iliaque droite...	11 3
— —	30	— gauche .	5 9	— gauche..	7
— —	74	— droite ..	8 9	Veine jugulaire .	6 6
— —	74	— gauche .	7 9	Artère carot. dr.	8 3
— —	78	— droite ..	2 4	— gauche.	5 1
— —	78	— gauche .	3 5	Veine jugulaire .	3 7

La Nature fait grandement les choses; jamais les gros vaisseaux sains ne peuvent se rompre, sous la pression normale du sang, car dans l'artère carotide du chien la pression sanguine étant de 15 centimètres, ce vaisseau s'est rompu dans un cas à $8^{a},3$, c'est-à-dire sous une

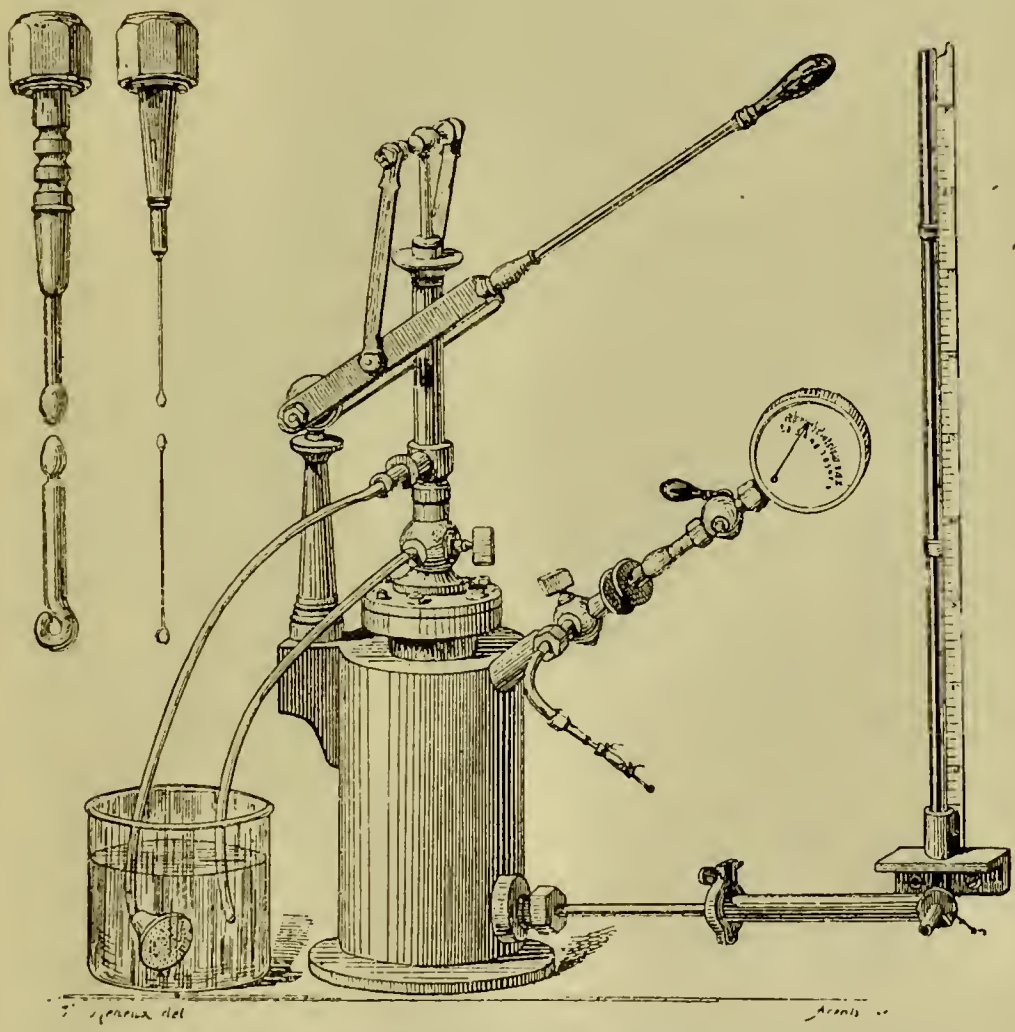

Fig. 26. — Pompe de Regnault et manomètre à air libre de Jamin ayant servi à la mesure de la résistance des vaisseaux sanguins.

pression de $630^{c},8$ de mercure ou quarante-deux fois plus grande que la pression normale.

Les ruptures des vaisseaux sont cependant fréquentes et déterminent des paralysies, lorsqu'elles ont lieu dans les centres nerveux; mais, pour qu'elles se produisent, il faut que les parois vasculaires soient malades (athéromes) ou présentent des ulcérations.

LIRVE II

LA RESPIRATION

CHAPITRE PREMIER

Description des poumons de l'homme.

La cage thoracique renferme le poumon droit et le poumon gauche, le cœur et les gros vaisseaux; elle est limitée en arrière par les vertèbres dorsales de la colonne vertébrale, sur les côtés par des arcs osseux au nombre de douze (les côtes), qui s'articulent avec les vertèbres et avec le sternum en avant; les os sont recouverts de périoste, membrane enveloppante très adhérente; les côtes sont réunies par des fibres musculaires (muscles intercostaux, fig. 27).

Le thorax est séparé de l'abdomen par un muscle transversal, le *diaphragme,* qui s'insère aux vertèbres lombaires par des piliers charnus, et aux dernières côtes par des digitations musculaires (fig. 27 et fig. 28).

Le diaphragme est une cloison mobile; à l'état de repos, il présente une convexité supérieure; lorsqu'il se contracte par l'excitation des nerfs phréniques qui viennent du centre moteur des mouvements respiratoires (nœud vital de Flourens), situé dans la moelle épinière au niveau de l'intervalle qui sépare l'occipital (os du crâne) de l'atlas (première vertèbre), la cloison tend à devenir plane ou moins convexe, et le diamètre vertical de la poitrine s'agrandit; les poumons, recouverts de la plèvre, membrane séreuse, qui est appliquée contre la plèvre pariétale, se dilatent et se remplissent d'air ins-

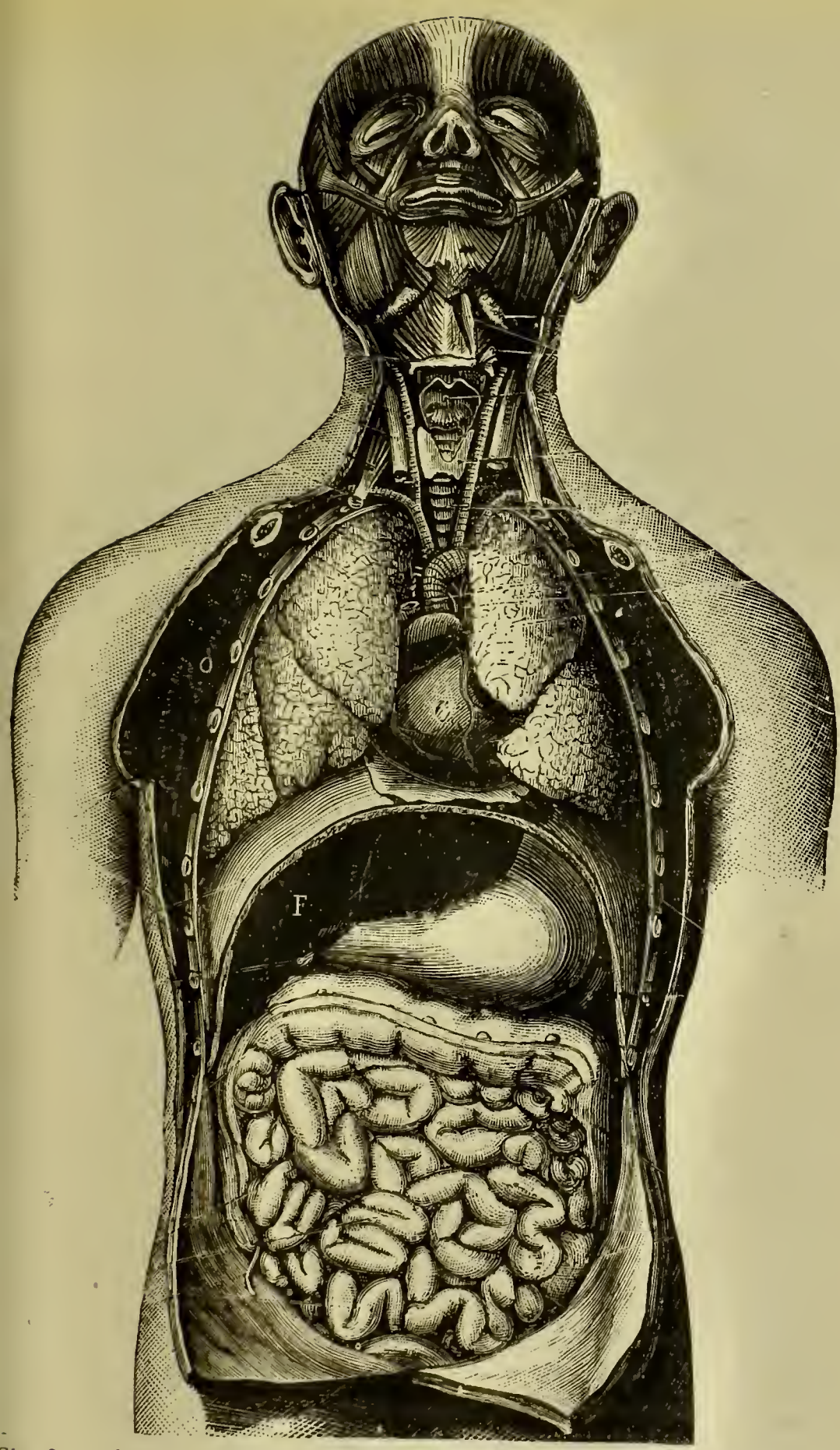

Fig. 27. — Cage thoracique : poumons et cœur de l'homme, séparés par le diaphragme du foie, de l'estomac, de l'intestin grêle et du gros intestin.

piré soit par les fosses nasales, qui sont les véritables voies aériennes, soit par la bouche lorsqu'elle est ouverte.

Aussitôt que le diaphragme cesse de se contracter, son centre aponévrotique et ses fibres musculaires se relèvent : ils sont poussés par la contraction des muscles

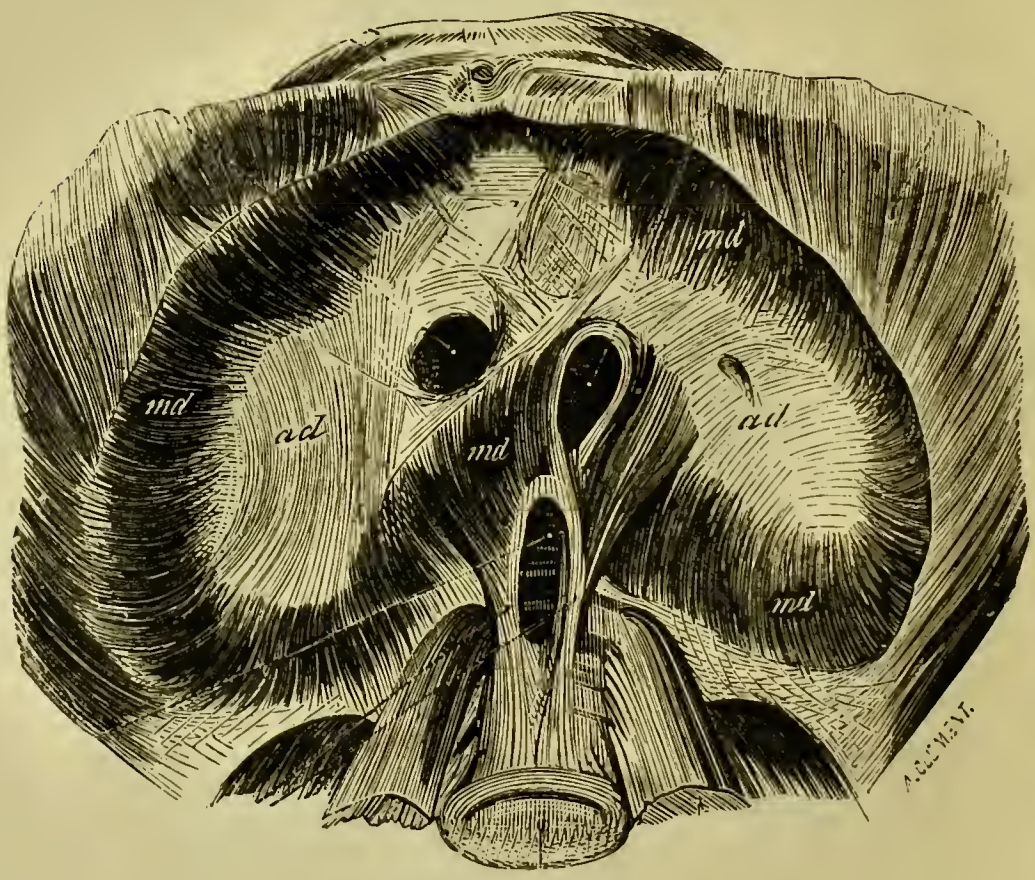

Fig. 28. — Face inférieure et piliers du diaphragme.

des parois abdominales et attirés par l'élasticité des poumons, qui tendent toujours à occuper un plus petit volume. On le démontre en incisant de chaque côté le thorax d'un animal mammifère après la mort; en opérant avec précaution pour ne point blesser les poumons, on voit ces organes diminuer beaucoup de volume et se loger le long de la colonne vertébrale ; l'air extérieur, pénétrant par les incisions faites, remplit la cavité thoracique.

Ce sont les deux mouvements de la respiration, que

l'on a comparés avec raison au jeu d'un soufflet qui n'aurait pas de soupape : l'*inspiration,* qui introduit dans les poumons un volume déterminé d'air, et l'expiration, qui rejette au dehors de l'air vicié provenant des poumons, volume à peu près égal au premier.

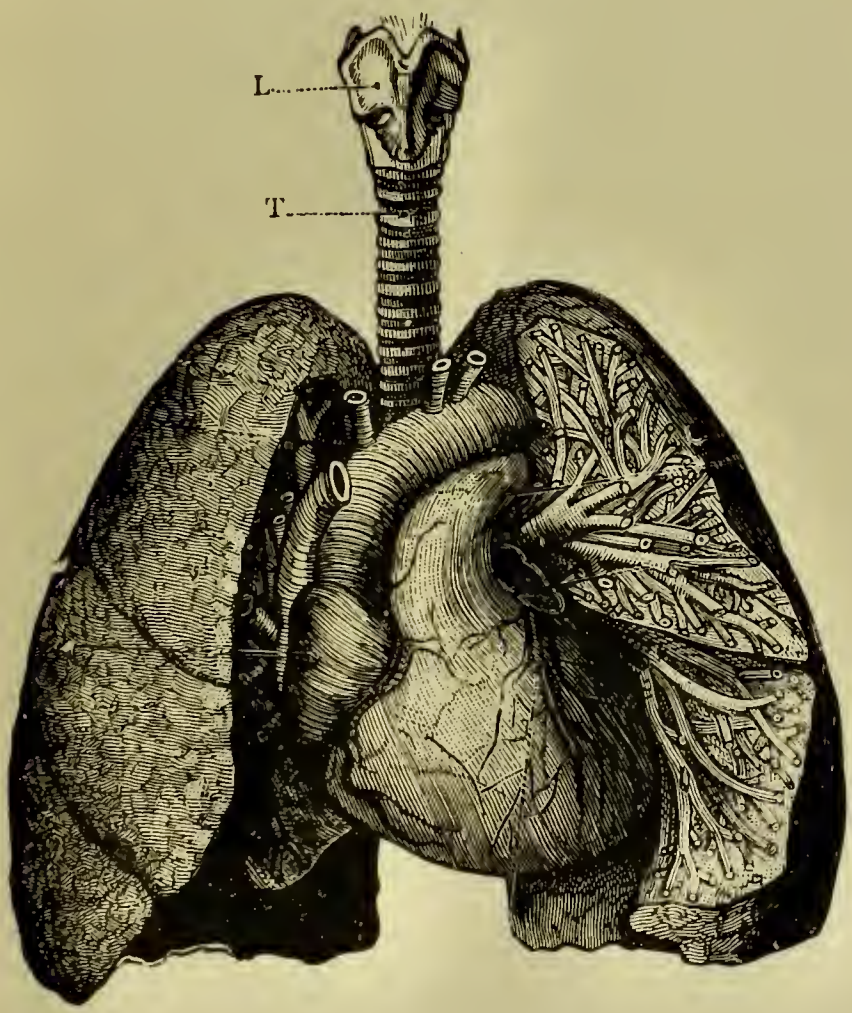

Fig. 29. — Cœur et poumons de l'homme, larynx (L) et trachée (T).

Pour mettre en évidence ces deux mouvements, on peut fermer l'entrée des fosses nasales avec les doigts et introduire dans la bouche un embout de bois ayant la forme de l'orifice buccal, uni par un tube avec un robinet à trois voies fixé dans la tubulure d'une cloche graduée contenant un litre d'air (fig. 31); on respire dans cette cloche, et on voit monter et descendre le liquide inté-

rieur; le volume de l'inspiration et celui de l'expiration est égal à un demi-litre environ chez l'homme adulte.

Les muscles nombreux qui s'attachent au thorax permettent dans certains cas, sous l'influence de notre volonté, d'agrandir et de diminuer le volume d'air contenu

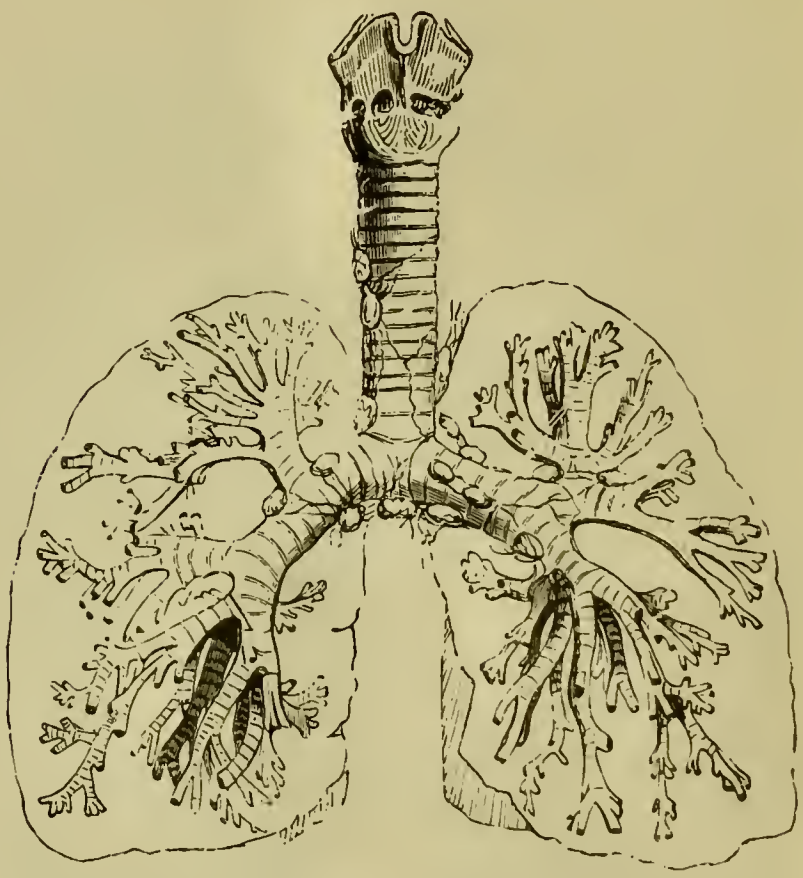

Fig. 30. — Trachée et bronches (arbre aérien).

dans les poumons, dans les limites étendues que l'on peut mesurer avec le spiromètre d'Hutchinson : c'est une cloche métallique graduée qui flotte dans une cuve cylindrique; des tubes convenablement disposés et assez larges permettent d'y recueillir l'air expiré; en faisant une inspiration aussi profonde que possible, on peut rejeter dans la cloche du spiromètre d'Hutchinson ou de Galante 2 à 3 litres d'air expiré, volume qui a été désigné sous le nom de capacité inspiratrice extrême : ce

nombre croît avec la taille chez des hommes bien conformés; il diminue par suite de lésions pulmonaires, particulièrement au début de la tuberculose.

Mesure du volume d'air contenu dans les poumons, procédé du docteur Gréhant[1]. — Les recherches de Regnault et Reiset établissent que le gaz hydrogène est peu absorbé par les poumons et qu'un animal doit respirer pendant plusieurs heures un mélange d'oxygène et d'hydrogène pour que celui-ci diminue d'une manière sensible. Ainsi l'hydrogène se conduit dans la respiration comme l'azote, et si on l'introduit artificiellement par une inspiration, il est facile de le reconnaître et de le doser dans les produits de l'expiration. On fait passer, dans une cloche C (fig. 31), graduée de 2 à 3 litres, munie d'un robinet à trois voies larges R et pleine d'eau sur la cuve, un demi-litre d'hydrogène pur préparé par électrolyse de l'eau; la personne soumise à l'expérience ferme les fosses nasales en appuyant sur les narines, introduit dans la bouche un tube de verre fixé au robinet, et applique les lèvres sur un embout de bois E.

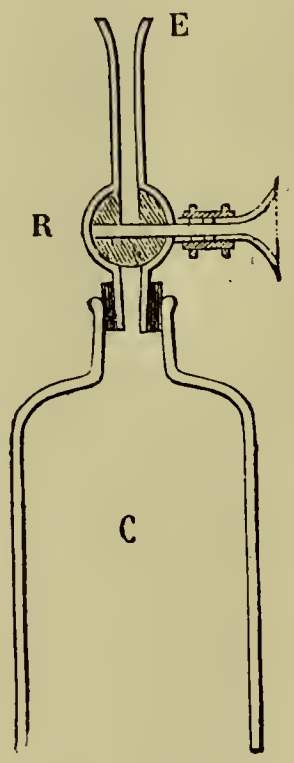

Fig. 31. — Cloche tubulée de verre pourvue d'un robinet à 3 voies permettant de mesurer les volumes d'une inspiration et d'une expiration et le volume d'air contenu dans les poumons.

Dans la première position du robinet, l'inspiration et l'expiration se font dans l'air à travers deux soupapes hydrauliques (fig. 32). Juste à la fin d'une inspiration, on tourne le robinet d'un quart de cercle, de manière à établir une communication entre la bouche et l'intérieur de la cloche; après la cinquième ou la sixième expiration, on ferme le robinet. (Pendant l'expérience ou après, il faut se garder d'approcher la

1. J'emprunte cet exposé de mes premières recherches physiologiques à mon *Manuel de Physique médicale;* Germer-Baillière, 1869.

bouche d'un corps allumé ou d'une étincelle électrique, car les poumons contiennent un mélange détonant.)

Chez un homme fortement constitué, âgé de vingt-neuf ans, cette expérience faite montra, par l'analyse eudiométrique, que le gaz recueilli après la cinquième expiration contient $14^{cc},6$ d'hydrogène pour 100. On dit alors : si $14^{cc},6$ d'hydrogène sont contenus dans 100 centimètres cubes du mélange, un seul centimètre cube d'hydrogène sera contenu dans $\frac{100}{14,6}$, et 500 centimètres cubes d'hydrogène qui furent inspirés seront renfermés dans un volume 500 fois plus grand ou $\frac{100 \times 500}{14,6} = 3^{l},43$. Ainsi l'air qui remplit les poumons, après une inspiration égale à un demi-litre, occupe un volume de $3^{l},43$; si l'expiration est aussi égale à un demi-litre, le volume de l'air qui reste dans les poumons, après ce second mouvement, est égal à $2^{l},93$.

Homogénéité du mélange. — L'exactitude de mon procédé repose sur cette hypothèse que l'hydrogène, après cinq expirations faites dans la cloche, est distribué uniformément dans les poumons et dans cette cloche; j'ai reconnu que cela est vrai et que le mélange des gaz est parfaitement homogène. Il a suffi de répéter l'expérience précédente sur la même personne à de longs intervalles de temps; mais dans une première mesure, le gaz de la deuxième expiration fut recueilli et analysé; dans une seconde mesure, le gaz de la troisième expiration, et ainsi de suite; à partir de la quatrième expiration, on trouve pour le gaz contenu dans la cloche la même composition en hydrogène.

Volume absolu des poumons. — La mesure réelle du volume d'air contenu dans les poumons après l'expiration ne se fait exactement que si l'eau de la cuve et l'atmosphère sont à la même température que les gaz renfermés dans les poumons, c'est-à-dire à 35°,5 environ; l'eau de la cuve étant plus froide, à 15°, par exemple, un

calcul très simple montre qu'il faut multiplier le volume 2,93 trouvé à 15° par le coefficient 1,116, ce qui donne

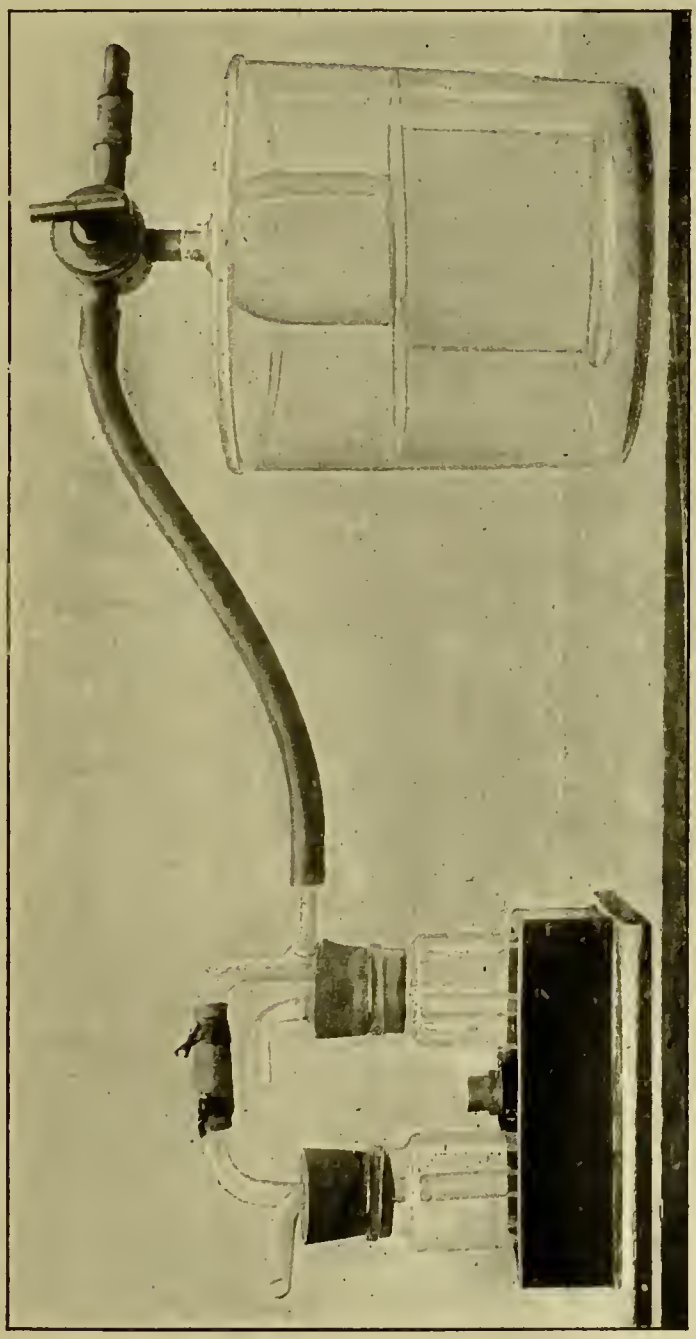

Fig. 32. — Nouveau dispositif pour la mesure du volume des poumons de l'homme : cloche à robinet unie à des soupapes hydrauliques.

$3^{l},27$ pour le volume absolu de l'air contenu dans les poumons à 35°,5.

Renouvellement de l'air dans les poumons. — Le volume d'air pur qui pénètre dans les bronches par l'ins-

piration est en partie rejeté par l'expiration qui suit, avec de l'air vicié contenant moins d'oxygène et plus d'acide carbonique; l'autre partie reste et distribue de l'oxygène dans les poumons. Pour étudier cette division essentielle de l'air pur, il faut séparer dans les produits de l'expiration l'air pur provenant de l'inspiration précédente, de l'air vicié, et c'est avec l'hydrogène que cette séparation devient facile; ce gaz remplace l'air atmosphérique.

On introduit dans la cloche à robinet un demi-litre d'hydrogène pur; après une expiration ordinaire, on fait inspirer le gaz, et l'on reçoit un volume expiré égal. Or, ce gaz expiré contient, l'analyse eudiométrique le montre, 34 volumes d'hydrogène sur 100 volumes; ainsi 170 centimètres cubes d'hydrogène ont été rejetés par l'expiration mélangés à l'air vicié, et 330 centimètres cubes d'hydrogène sont restés dans les poumons.

Appliquons ces résultats à la respiration dans l'air. Lorsque l'on fait une inspiration d'un demi-litre d'air, 170 centimètres cubes sont rejetés par une expiration égale, mélangés à 330 centimètres cubes d'air vicié, et 330 centimètres cubes d'air pur sont distribués dans les poumons. Un tiers environ de l'air inspiré est rendu à l'atmosphère, deux tiers pénètrent et renouvellent par leur mélange les gaz altérés au contact de la muqueuse pulmonaire. (On a démontré que l'air se conduit exactement comme l'hydrogène.)

Distribution de l'air dans les poumons. — Occupons-nous de cette distribution, qui joue un rôle essentiel dans le mécanisme de la respiration, puisque l'air inspiré, qui contient 20,8 pour 100 d'oxygène et $\frac{3}{10\,000}$ environ d'acide carbonique remplace un gaz vicié qui deviendrait rapidement impropre à l'hématose.

Nous pouvons nous demander d'abord si, après une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène, un effort d'expiration énergique capable de déplacer 2 litres de gaz chassera tout l'hydrogène inspiré.

L'expérience répond que jamais il n'est possible d'atteindre ce but; en effet, une inspiration d'un demi-litre d'hydrogène suivie d'une expiration de $1^l,975$, rejette 334 centimètres cubes d'hydrogène seulement, et 166 centimètres cubes restent encore dans les poumons.

La comparaison de cette expérience et de la précédente va éclairer la question de la distribution de l'air. Le volume des poumons de l'homme soumis à ces recherches est $2^l,93$; c'est le volume d'air qui contient 330 centimètres cubes d'hydrogène, lorsqu'une inspiration d'un demi-litre de gaz est suivie d'une expiration égale. Supposons que l'hydrogène soit réparti uniformément dans le volume $2^l,93$, l'unité de volume du mélange aura reçu $\frac{330}{2930} = 0^{cc},113$ de gaz. Dans le second cas, l'expiration a rejeté dans l'air $1^l,975$ de gaz et 334 centimètres cubes d'hydrogène; le volume d'air qui est resté dans les poumons est $1^l,455$, et ce volume contient 166 centimètres cubes d'hydrogène; l'unité de volume du mélange aura reçu $\frac{166}{1455} = 0^{cc},114$.

Ces nombres ainsi déterminés, 0,113, 0,114, sont identiques et permettent de conclure qu'après deux mouvements, l'un d'inspiration, l'autre d'expiration, égaux à un demi-litre, l'air introduit dans les poumons se trouve distribué d'une manière uniforme dans tout l'arbre aérien. J'ai donné à ces nombres qui donnent le mode et la mesure de la distribution de l'air dans les poumons le nom de *coefficients de ventilation*.

Il est évident, et l'expérience me l'a démontré, que si l'on augmente le volume de l'inspiration, on obtient un nombre plus élevé pour le coefficient de ventilation.

Pénétration des gaz ou des vapeurs dans les poumons. — Si l'on mélange avec l'air un gaz ou une vapeur (chloroforme ou éther), dès la première inspiration le gaz ou la vapeur est absorbé par le sang sur la surface très étendue qu'offrent les bronches et leurs terminaisons.

Ainsi nous expliquons par cette pénétration immédiate des gaz toxiques, comme l'hydrogène sulfuré, l'oxyde de carbone, le gaz d'éclairage, les accidents si subits qui ont été observés chez l'homme, dans certains cas d'empoisonnements.

Nous pouvons nous rendre compte aussi de l'utilité des vapeurs médicamenteuses qui peuvent êtres employées pour le traitement de plusieurs maladies des poumons. Dans certains cas de fièvres paludéennes graves, on s'est bien trouvé d'injections de sulfate de quinine, ou mieux actuellement de chlorhydrosulfate de quinine, par une ponction faite à la trachée avec la canule très fine d'une seringue de Pravaz; le liquide médicamenteux est rapidement absorbé et peut arrêter un accès pernicieux qui pourrait être mortel (docteur Jousset de Bellesme).

Applications. — Deux médecins qui ont travaillé dans mon laboratoire, sous ma direction, M. le docteur Oriou, médecin-major à Guingamp, et M. le docteur A. Charlier, de Paris, ont appliqué chez l'homme mon procédé de mesure de la capacité pulmonaire et sont arrivés à établir un procédé de diagnostic précoce de la tuberculose. Le docteur Oriou a pu faire renvoyer dans leurs foyers de jeunes soldats qui présentaient des chiffres faibles de la capacité pulmonaire et des volumes d'air mesurés par le spiromètre d'Hutchinson et qui étaient menacés de tuberculose.

Le docteur Charlier a fait un bon nombre de mensurations sur des sujets sains et sur des sujets tuberculeux, et dans un travail qu'il a lu au Congrès international de la tuberculose, octobre 1905, présidé avec autant d'autorité que de bienveillance par le savant académicien et maître le docteur Hérard, il indique que le rapport de la capacité pulmonaire à la taille est constant et égal à 16,43, aussi bien pour les hommes que pour les femmes bien portants. Cela revient à dire qu'à chaque centimètre de taille correspondent 16 centimètres cubes de capacité pulmonaire, ce qui permet de comparer entre eux des individus de différentes statures.

Chez les sujets tuberculeux le rapport peut descendre à 10 et même à 6.

Les tuberculeux qui mesurent moins de 10 centimètres cubes succombent rapidement, sauf exception; ceux qui mesurent de 13 à 15 restent longtemps stationnaires; ceux qui conservent plus de 15 recouvrent souvent la santé.

C'est avec une grande satisfaction que j'ai vu ma méthode de mesure du volume d'air contenu dans les poumons appliquée par des médecins; elle offre donc un moyen presque infaillible de diagnostiquer la tuberculose au début, et je ne puis que conseiller la généralisation dans les cliniques des hôpitaux, et même dans la pratique médicale, d'un procédé de mesure physique qui fournit des résultats très exacts; les seules précautions à prendre, c'est d'employer de l'hydrogène pur et non arsénié et d'éviter l'inflammation du mélange détonant qui remplit les poumons, à la fin de la mesure.

CHAPITRE II

Nouvelles recherches sur l'air confiné.

Le problème que je me suis posé est celui-ci : étudier les variations que l'air présente dans sa composition en oxygène et en acide carbonique, quand on fait respirer un animal, un chien du poids de 15 kilos, dans un espace limité contenant d'abord de l'air pur. Pour réaliser mes expériences comparatives, j'ai choisi un cylindre de zinc ayant 2 mètres de long et $0^m,80$ de diamètre, dont la contenance est exactement un mètre cube : le cylindre, soutenu horizontalement par deux chantiers qui reposent sur le sol du laboratoire, contient un plancher de bois sur lequel on introduit un chien isolé à l'aide d'une cloi-

son à grillage, à l'un des bouts du cylindre représenté par la figure 33. On introduit une planche supportant un moteur hydraulique de Bourdon ayant exactement toutes les parties mécaniques d'une machine à vapeur horizontale, qui, à l'aide d'une chaîne de Vaucanson, met en mouvement de rotation rapide un petit ventilateur de Richard destiné à obtenir dans l'air confiné un mélange parfaitement homogène de l'air expiré par l'animal avec l'air ambiant; les deux tuyaux de caoutchouc entoilé qui amènent l'eau sous pression de 10 mètres, agissent sur le piston et conduisent au dehors l'eau après l'échappement, traversant deux tubulures que porte le couvercle servant à fermer hermétiquement l'ouverture du cylindre.

Une glace rectangulaire enchâssée dans la paroi supérieure du cylindre permet d'observer successivement l'animal éclairé par une lampe électrique et le bon fonctionnement du moteur. Par un robinet fixé vers la partie moyenne du cylindre on fait, dans les heures successives, des prises d'air que l'on conduit dans l'eau de baryte, pour doser l'acide carbonique et pour doser l'oxygène dans l'eudiomètre à eau.

Voici les résultats de mes analyses, que j'ai publiés dans le Bulletin du 6 mars 1906 de l'Académie de médecine.

L'air pur renfermant 3/10 000 d'acide carbonique, j'ai trouvé, au bout de :

2 h.	146/10 000 d'acide carbon.	ou	48 fois plus que dans l'air pur.	
4	382/10 000	—	127	—
6	453/10 000	—	157	—
8	554/10 000	—	185	—

Ainsi, au bout de huit heures, l'air confiné renfermait la forte proportion de 5,5 pour 100 d'acide carbonique.

Après cette première expérience, j'ai fait le lendemain une seconde expérience, en ajoutant à la suite du ventilateur une grande cartouche de Guglielminetti-Drager contenant 3 kilogrammes de soude en paillettes, qui était

traversée constamment par l'air confiné du cylindre, et qui absorbait l'acide carbonique, comme le montrent les trois analyses suivantes.

Au bout de :

2 h.	18,2/10 000	d'acide carbon. ou	6	fois plus que dans l'air pur.
6	17/10 000	—	5,6	—
8	16/10 000	—	5,3	—

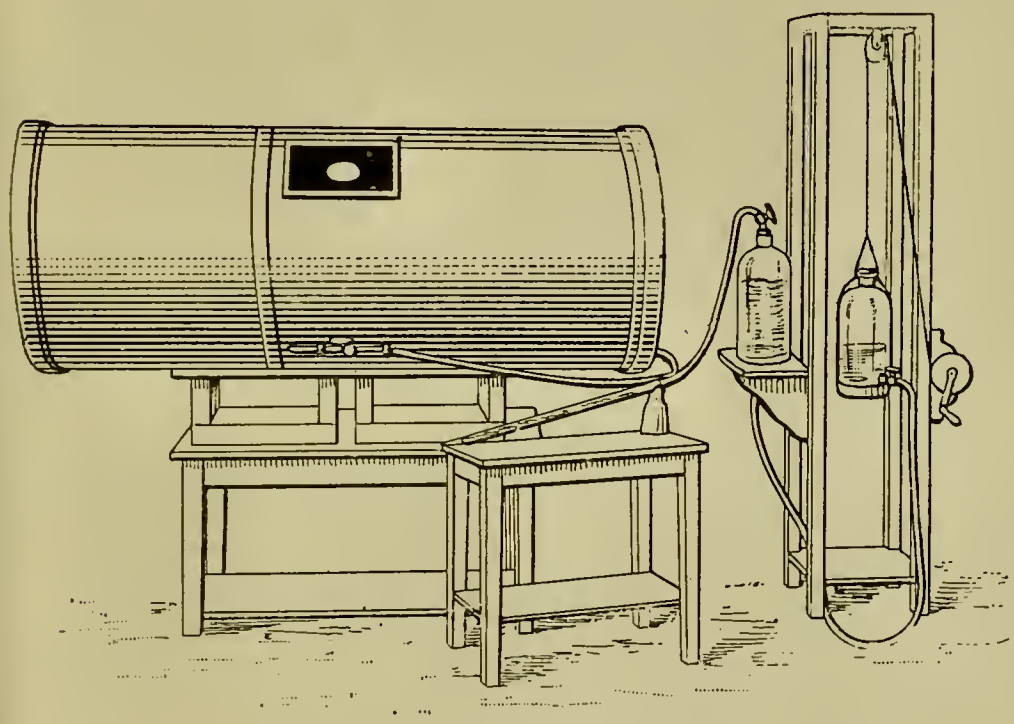

Fig. 33. — Cylindre de la capacité d'un mètre cube qui a servi aux recherches sur l'air confiné du professeur Gréhant.

La proportion de l'acide carbonique dans le cylindre au bout de 8 heures était donc fort petite, égale à $0^{cc},16$ pour 100 centimètres cubes ou à 1/652, proportion tout à fait négligeable et qui ne peut exercer aucune influence fâcheuse sur l'organisme.

On peut donc dès maintenant, par un dispositif analogue à celui que j'ai employé, absorber l'acide carbonique exhalé par la respiration des hommes astreints à vivre dans l'air confiné.

J'ajouterai que dans mes deux expériences j'ai obtenu par l'analyse, au bout de huit heures, les chiffres d'oxy-

gène 13,4 pour 100 et 14 pour 100, proportions qui ont été suffisantes pour maintenir la respiration et la calorification chez l'animal avec une température rectale de 38°,3. Mais rien n'est plus facile dans la pratique, par l'emploi de récipients à oxygène comprimé munis de détendeurs convenables, que de remplacer l'oxygène absorbé dans les poumons par du gaz pur permettant d'élever la proportion d'oxygène jusqu'au chiffre normal, 20,8 pour 100.

CHAPITRE III

Épithélium vibratile.

Il existe sur certaines membranes muqueuses, en particulier dans les voies aériennes, c'est-à-dire dans les bronches, dans la trachée, le larynx et les fosses nasales de l'homme, des mammifères et d'autres animaux vertébrés, une couche continue de cellules qui sont caractérisées au microscope par la présence de petits cils parallèles qui traversent un plateau percé de trous et qui paraissent se rendre dans le protoplasma contractile de chaque cellule (fig. 34); les cils sont animés d'un mouvement oscillatoire dont les deux phases, celle d'abaissement et celle de relèvement, sont très différentes, la première étant beaucoup plus active que la seconde. On peut comparer ce mouvement à celui des rames qui sont actionnées par les bras de l'homme : le déplacement de l'eau qui fait progresser la barque est bien plus énergique que celui qui consiste à relever la rame; il en résulte que si des corps étrangers, des poussières de charbon, par exemple, pénètrent dans les voies aériennes, le mouvement prépondérant des cils ayant lieu de l'intérieur à l'extérieur, les poussières sont rejetées au bout d'un certain temps et viennent se réunir dans les fosses

nasales, d'où elles peuvent être expulsées au dehors avec une certaine quantité de mucus.

Mais il arrive bien souvent que l'action des cils est insuffisante, par exemple chez les mineurs qui extraient la houille, chez les charbonniers qui tamisent le charbon de bois et en séparent la poussière, qui flotte dans l'air.

« La plupart des poumons humains sont normalement marbrés de noir (anthracose physiologique). Cette coloration est due à la présence du charbon apporté dans le poumon par l'air de la respiration. Le charbon pulmo-

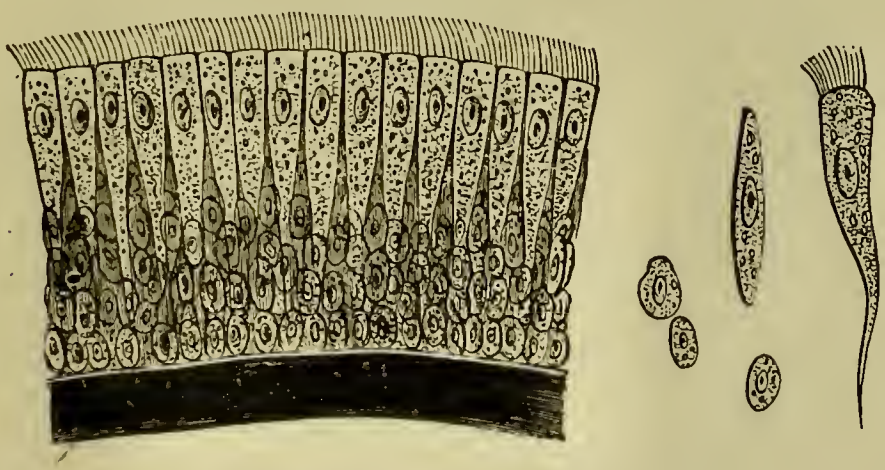

Fig. 34. — Épithélium à cils vibratiles et cellules isolées.

naire provient surtout de la combustion des matières qui servent au chauffage et à l'éclairage et auxquelles se mélangent des poussières diverses en suspension dans l'air. Dans les villes, dans les centres industriels, c'est la fumée des usines, la poussière des rues, produisant un mélange de particules charbonneuses, siliceuses, animales ou végétales. Ce sont les particules charbonneuses qui l'emportent dans l'immense majorité des cas. Leur pénétration est lente; cependant Parrot les a déjà constatées dans les poumons d'enfants âgés seulement de quelques mois. La coloration noire s'apprécie plus facilement chez l'adulte et surtout chez le vieillard.

« En somme, comme le fait remarquer Charcot, cette anthracose est dite à bon droit physiologique, puisque, se produisant dans les conditions ordinaires de la vie, elle ne s'accompagne ni de troubles fonctionnels ni de modifications de structure qui dépassent les limites du domaine physiologique. » (Extrait du *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratique* du professeur Jaccoud.)

Dans certains cas, l'accumulation trop grande de poussières dans les poumons a donné lieu à des accidents graves et même mortels.

Démonstration du mouvement ciliaire. — Lorsque le physiologiste veut montrer le mouvement ciliaire, il choisit souvent des moules fraîches dont les branchies sont couvertes d'un épithélium à cils vibratiles, que l'on examine au microscope après avoir séparé avec des ciseaux fins quelques lamelles branchiales ; les cils environnés d'eau de mer se meuvent régulièrement et rappellent le mouvement imprimé par le vent aux épis dans un champ de blé ; si quelques cellules se détachent, elles se meuvent dans le liquide ambiant comme des infusoires ciliés ; l'addition à la préparation de quelques gouttes d'eau iodée arrête le mouvement et permet d'apercevoir les cils parallèles et immobilisés.

Pour démontrer le mouvement ciliaire, le physiologiste utilise presque toujours la membrane muqueuse qui est la tunique la plus interne de l'œsophage de la grenouille : l'animal est sacrifié par section de la tête ; on détruit avec un stylet la moelle épinière et le cerveau pour anéantir la sensibilité. Ce procédé pourrait être employé bien souvent pour éviter la douleur chez les animaux sacrifiés pour l'alimentation.

J'ai vu dans mes voyages que des anguilles très vives, le congre anguille de mer ou l'anguille d'eau douce, saisies par les marchands de poisson, étaient violemment lancées sur un sol de pavé, ce qui doit occasionner aux animaux de bien vives douleurs, durant peut-être un certain temps ; il vaudrait mieux certainement sectionner la

tête et détruire le cerveau et la moelle avec un long fil métallique, ce qui n'aurait pas l'inconvénient de léser la substance musculaire ; j'ajouterai que les grenouilles destinées à l'alimentation sont coupées par le milieu du ventre, et la partie antérieure, abandonnée sur le sol, peut encore se traîner pendant un ou plusieurs jours. Il serait préférable de leur faire subir la même opération, qui anéantit la sensibilité, avant de détacher les pattes postérieures, qui sont séparées et qui, soumises à la cuisson, constituent un aliment léger, facile à digérer et d'une saveur agréable.

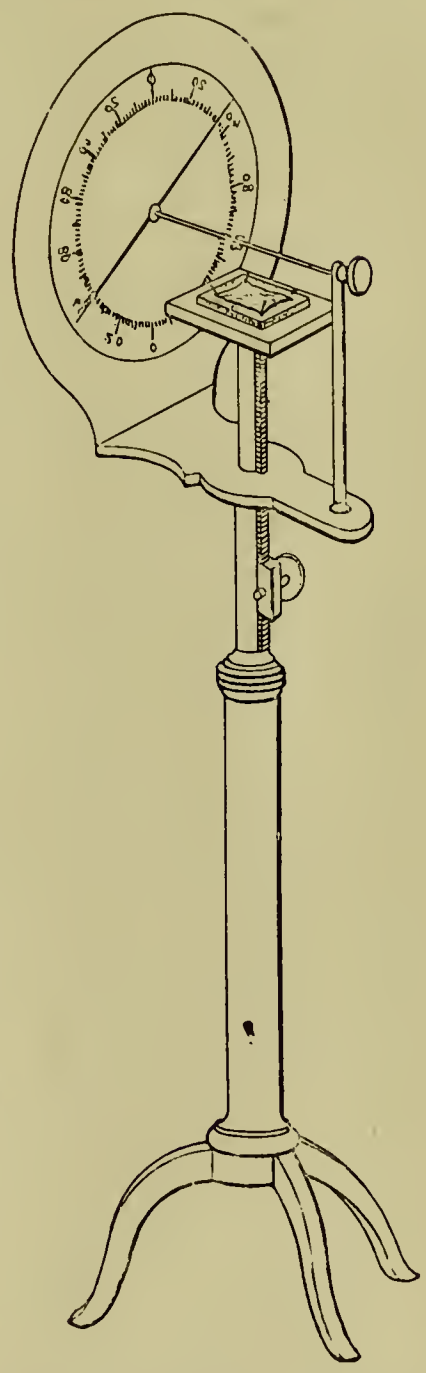

Fig. 35. — Appareil de Gréhant pour la projection du mouvement ciliaire.

Revenons à la préparation de l'œsophage de grenouille : ce canal est coupé transversalement près de la cavité buccale, et une section faite au milieu de l'estomac permet de le détacher complètement. On le fend avec les ciseaux parallèlement à l'axe; sur un petit morceau de liège de forme rectangulaire, on tend la membrane muqueuse de l'œsophage, de manière à ne laisser aucun pli, à l'aide de petites épingles enfoncées sur les parois latérales du liège.

Le premier essai à faire, c'est de prendre avec la pointe d'un scalpel un peu de noir de fumée que l'on dépose sur la membrane du côté buccal; on voit aussitôt les

particules de charbon se mouvoir sur la muqueuse jusqu'à l'estomac, qui est dépourvu de cils : on reconnaît ainsi l'activité du mouvement ciliaire.

Si le déplacement du charbon n'a pas lieu, on rejette la membrane et on en prépare une autre.

M. le docteur Calliburcès, élève de Claude Bernard, est le premier physiologiste qui ait imaginé de faire tourner par le mouvement ciliaire un petit axe horizontal mobile sur pointes; il a démontré la rotation de l'axe à l'aide d'une aiguille perpendiculaire à sa direction et se mouvant sur un cadran. Les cils marchent dans l'œsophage de la grenouille de la bouche vers l'estomac, comme l'indique le sens de la rotation de l'aiguille.

Appareil à cils vibratiles du docteur Gréhant pour la projection. — Il y a bien des années que j'ai fait construire par M. Pellin un appareil servant à démontrer le mouvement ciliaire en projection (fig. 35). Un axe horizontal très léger en aluminium portant une aiguille se mouvant sur un cadran de verre transparent et mobile sur pointes, comme le cylindre de Marey, est disposé au-dessus d'une petite plate-forme horizontale, que l'on peut abaisser ou élever à l'aide d'une vis à crémaillère; sur cette surface métallique, qui peut glisser dans deux rainures, on place une plaque de liège maintenue par quatre pointes, sur laquelle on fixe la préparation de l'œsophage : le point délicat, c'est l'application de l'axe sur les cils, que l'on obtient à l'aide de la crémaillère; il faut que les cils touchent l'axe et le fassent tourner, sans qu'il y ait écrasement de la membrane. Un cône lumineux donné par une lanterne à projection et une lentille convergente achromatique convenablement disposée font apparaître l'aiguille et le cadran sur un écran placé à plusieurs mètres.

Au bout de quelques minutes de rotation, on constate que le mouvement s'arrête : c'est qu'il existe dans la muqueuse des glandes sécrétant des filaments de mucus qui se collent sur l'axe et l'empêchent de tourner; il faut alors enlever la préparation et l'immerger dans l'eau

salée à 7 pour 1 000, et on peut recommencer la démonstration.

Le professeur Engelmann a imaginé d'autres appareils, l'horloge à cils et le moulin à cils, qui permettent de reproduire les expériences de Calliburcès d'une manière très ingénieuse.

Le docteur Calliburcès a reconnu que l'élévation de la température accélère le mouvement des cils, tandis que l'abaissement de la température le ralentit ou l'arrête.

L'acide carbonique, à une certaine dose, arrête le mouvement ciliaire.

On peut faire chez la grenouille une autre expérience très démonstrative : par une incision faite avec un fil métallique rouge sur la partie latérale du tronc, on découvre l'un des sacs pulmonaires qui fait hernie ; à l'aide d'une seringue de Pravaz, on injecte dans le sac de l'eau tenant en suspension des particules de charbon, on rentre le sac et on ferme par un point de suture la petite plaie extérieure. Après une heure d'attente, on sacrifie l'animal, et on trouve le charbon dans l'estomac. Les cils qui existent dans le poumon de la grenouille ont un mouvement prépondérant qui a lieu de l'intérieur vers la glotte ; le charbon est donc entraîné vers cette ouverture, puis il est saisi par d'autres cils qui le conduisent à l'estomac.

Chez les mammifères, chez le chien, du charbon injecté dans la trachée est passé dans l'estomac, comme je l'ai reconnu, bien qu'il n'existe pas de cils dans l'œsophage. Il y a eu déglutition et entraînement des corps étrangers et du mucus par les contractions musculaires involontaires de l'œsophage. Pour plus de détails sur le mouvement ciliaire, je suis obligé de renvoyer le lecteur aux traités de physiologie.

CHAPITRE IV

Chimie de la respiration.

Recherches de Lavoisier. — Lavoisier a démontré le premier que la respiration est une combustion : « La respiration, dit ce grand homme, n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée, et, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument. »

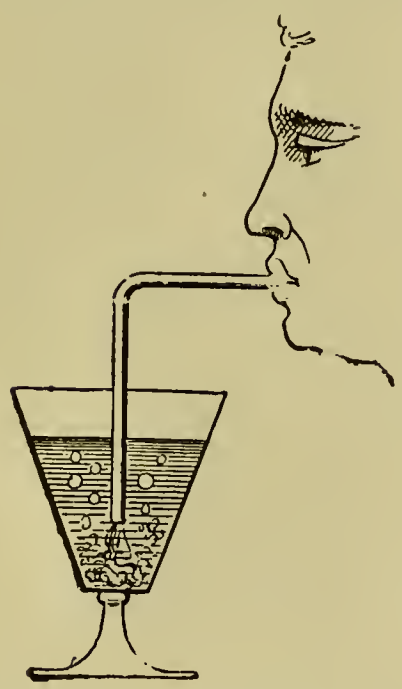

Fig. 36. — On souffle de l'air expiré dans l'eau de baryte, qui se trouble aussitôt.

Une expérience très simple démontre cette production d'acide carbonique par l'organisme. Prenons deux verres remplis d'eau de chaux ou d'eau de baryte : dans l'un, à l'aide d'un soufflet, nous envoyons des bulles d'air; dans l'autre (fig. 36) nous soufflons de l'air expiré à l'aide d'un tube; on voit se former rapidement un trouble abondant de carbonate de chaux ou de baryte, bien avant que le trouble apparaisse dans l'autre verre par le passage de l'air atmosphérique, qui ne contient que trois dix-millièmes d'acide carbonique.

Lavoisier détermina le poids de l'acide carbonique produit par la respiration d'un animal pendant un certain temps, puis il mesura la chaleur dégagée par cet animal pendant le même temps à l'aide de son calori-

mètre de glace; il trouva que la chaleur produite par la combustion du charbon contenu dans l'acide carbonique exhalé est égale aux 96 centièmes de celle que l'animal perd dans le même temps. Lavoisier avait dit que l'oxygène contenu dans l'air était converti en acide carbonique dans le poumon, ou bien qu'il se faisait dans cet organe un simple échange ; l'oxygène était absorbé, et l'acide carbonique était exhalé par le poumon en volume presque égal.

Lagrange émit l'hypothèse que les phénomènes ont leur siège dans les tissus, dans les capillaires, et que dans le poumon a lieu seulement l'échange des gaz indiqué par Lavoisier. Spallanzani, célèbre physiologiste italien, confirma cette hypothèse par l'expérience suivante : il enferma des limaçons dans un tube de verre ne contenant pas d'oxygène, mais des gaz inertes, de l'azote ou de l'hydrogène, et il reconnut au bout d'un certain temps que ces animaux avaient exhalé de l'acide carbonique. William Edwards répéta l'expérience en introduisant une grenouille dans une cloche pleine d'hydrogène retournée sur le mercure. Les poumons avaient été privés de gaz par la compression faite avec les doigts sous le mercure ; l'animal fit longtemps des mouvements respiratoires, et on put reconnaître par l'analyse qu'un volume d'acide carbonique plus grand que celui du corps avait été exhalé.

Enfin, on peut démontrer directement le siège des combustions chez les animaux supérieurs. On extrait les gaz du sang de la veine fémorale, puis du sang de l'artère fémorale. L'analyse des gaz montre que le sang veineux contient plus d'acide carbonique et moins d'oxygène que le sang artériel. Il est bien évident que cette consommation d'oxygène et cette production d'acide carbonique ont lieu entre l'artère et la veine dans l'étendue des capillaires situés entre les deux troncs.

La comparaison entre la composition des gaz du sang veineux pris dans le ventricule droit, et des gaz du

sang artériel pris dans le ventricule gauche, est aussi très instructive, parce qu'elle nous montre des différences qui ont été signalées par Schöffer et Setschenow élèves de Ludwig; voici un tableau résumé des résultats qu'ils ont obtenus; 100 volumes de sang ont donné en volumes de gaz ramenés à 0°, et sous la pression de 76 centimètres de mercure :

	AZOTE	OXYGÈNE	ACIDE CARBONIQUE OBTENU PAR LE VIDE	ACIDE CARBONIQUE COMBINÉ	ACIDE CARBONIQUE TOTAL
Sang artériel	1,61	20,05	34,8	traces.	34,8
	2, 3	22,2	35,3	0,88	36,18
Sang veineux	1,32	12,1	43,5	4	47,5
	1,64	11,6	42,8	4	46,8
Sang de l'asphyxie	1,84	traces.	36,9	4,4	41,2
	1,45	traces.	50,2	5,3	55,5

On voit, par exemple, que le sang veineux contient 11,6 d'oxygène, à peu près la moitié du volume de ce gaz, 22,2, que renferme le sang artériel, et que le même sang veineux contient 10^{cc},6 d'acide carbonique total de plus que le sang artériel ; ainsi se trouve démontré le rôle physiologique fondamental des poumons.

Recherches de Regnault et de Reiset. — Il faudrait un volume pour exposer les nombreuses recherches qui ont été faites pour déterminer le poids d'acide carbonique exhalé et le poids de l'oxygène absorbé par l'homme ou par les animaux; je me contenterai ici de donner une idée des recherches importantes de Regnault et Reiset, qui ont été longues et laborieuses.

La figure 37 représente l'appareil employé par ces physiciens et physiologistes : une grande cloche C contient l'animal; la tubulure est fermée par un bouchon traversé par quatre tubes, deux se rendent aux pipettes P et P′

remplies de potasse, mises en mouvement par un moteur et qui sont destinées à l'absorption de l'acide carbonique dégagé par l'animal, aussi bien par les poumons que par la peau; deux autres tubes sont unis successivement à une série de ballons N, remplis d'oxygène pur déplacé peu à peu par une solution saturée de chlorure de calcium, qui absorbe moins d'oxygène que l'eau pure.

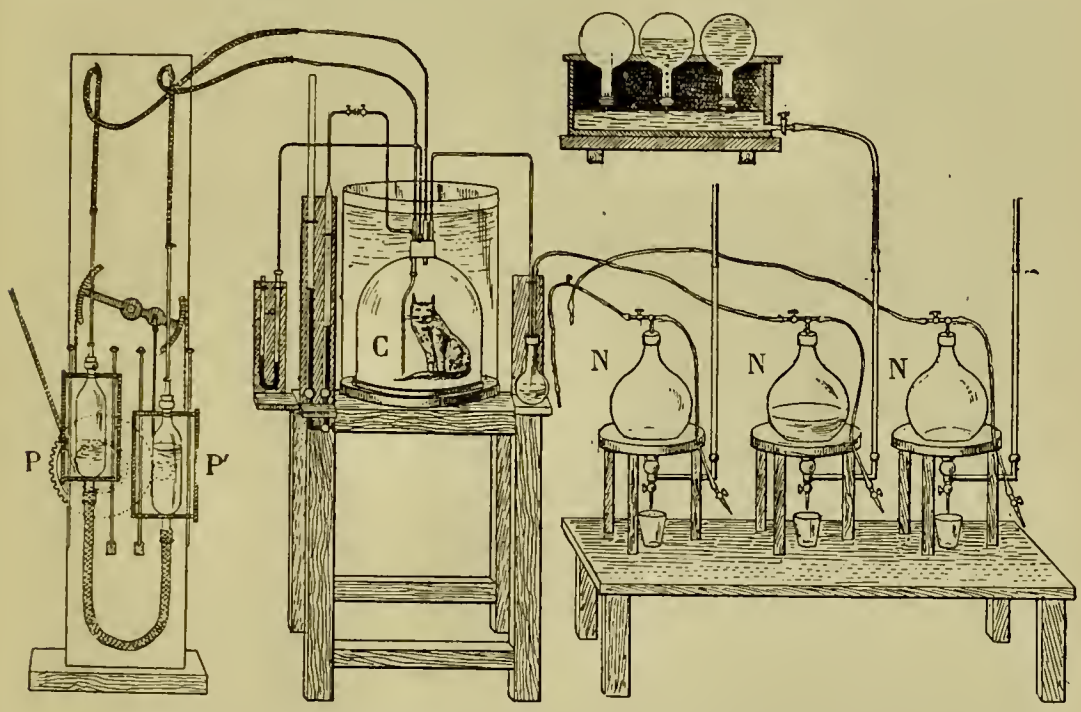

Fig. 37. — Appareil de Regnault et Reiset qui a servi à la mesure de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique exhalé par un animal (chat).

Comme le font remarquer les professeurs Jolyet et Regnard, l'appareil de Regnault et Reiset prête à la critique : « En premier lieu, l'animal ne respire pas un air absolument dans les conditions physiologiques ordinaires. En effet, l'air de la cloche C, d'après les analyses des auteurs eux-mêmes, contenait en moyenne 2 pour 100 d'acide carbonique au lieu de 4 pour 10 000 au plus qu'en contient l'air ordinaire. L'animal respirait donc un air cinquante fois plus chargé d'acide carbonique que l'air normal; les conditions physiologiques dans lesquelles vivait l'animal étaient changées, et les résultats devaient

être faussés. De plus, les produits de la respiration cutanée venaient se mêler à ceux de la respiration pulmonaire. Enfin, l'air était tellement chargé d'humidité, que les parois de la cloche ruisselaient. »

Jolyet et Regnard ont installé des appareils spéciaux pour l'étude chimique des gaz de la respiration chez les animaux à respiration aérienne et chez les poissons à respiration aquatique. (Voir le *Traité élémentaire de physiologie humaine* des professeurs Viault et Jolyet.)

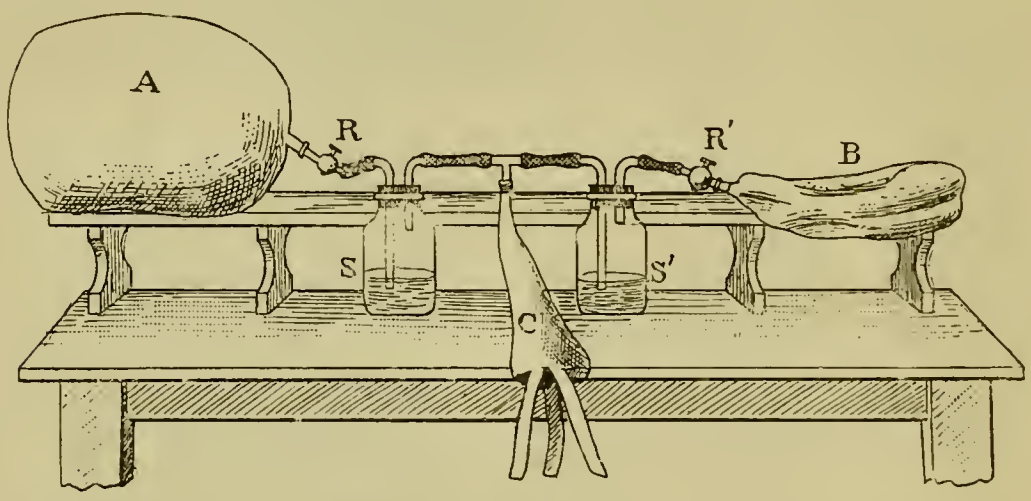

Fig. 38. — Appareil de Gréhant servant à faire inspirer un volume d'air mesuré, contenu dans le sac de caoutchouc A, et à recevoir dans le ballon vide B l'air expiré ; R et R', robinets ; S et S', soupapes hydrauliques ; C, muselière de caoutchouc.

Procédé du professeur N. Gréhant. — Pour doser dans mon laboratoire l'acide carbonique exhalé et l'oxygène absorbé par les poumons de l'homme ou d'un animal en un temps court, en 2, en 5 ou en 10 minutes, j'opère de la manière suivante :

Deux sacs de caoutchouc, d'une contenance de 30 litres quand ils sont gonflés, sont fixés sur deux soupapes hydrauliques, servant l'une à l'inspiration, l'autre à l'expiration. Le premier sac a été rempli, à l'aide d'un gazomètre gradué, de 30 litres d'air pur; le second sac, qui recevra l'air expiré, a été vidé avec la trompe de Golaz ; le tube en T intermédiaire entre les soupapes est uni par un tube de caouchouc avec un embout de bois introduit

entre les lèvres d'un homme, les fosses nasales étant fermées par la pression des doigts. On compte avec un chronomètre le nombre de minutes et de secondes qui est nécessaire pour que les 30 litres circulent dans les poumons et soient expirés dans le second sac ; la durée de l'expérience est inscrite. On dose ensuite l'acide carbonique contenu dans un litre d'air expiré à l'aide d'un tube à baryte, et on multiplie le résultat trouvé par le nombre de litres et fractions de litre que la mesure du volume d'air laissé dans le ballon, faite à l'aide de l'aspirateur gradué, permet d'obtenir.

L'oxygène dans l'air expiré est dosé par l'eudiomètre.

Des expériences faites chez l'homme sain ou malade par ce procédé très simple seraient très utiles et donneraient au médecin des renseignements précieux sur le fonctionnement des poumons.

Pour expérimenter chez un animal, on emploie une muselière de caoutchouc qui est représentée dans la figure.

CHAPITRE V

Calorification. — Chaleur animale.

Tous les animaux produisent de la chaleur, mais il existe de grandes différences entre les animaux supérieurs, qui maintiennent une température constante, animaux à sang chaud, et les animaux à température variable, dits animaux à sang froid.

Pour mesurer la température de l'homme ou celle des animaux supérieurs, nous employons des thermomètres spéciaux, dus à nos habiles constructeurs. Le petit réservoir contenant du mercure a été soudé à un tube capillaire présentant une ampoule qui doit contenir le volume de mercure dilaté pour une élévation de température de 0° à 30°, puis le tube capillaire porte les degrés de 30°

à 42°; chaque degré est divisé en dixièmes, et dans ce tube se trouve un index de mercure séparé de la colonne mercurielle par une petite bulle d'air : c'est un thermomètre à maxima. On peut prendre la température de l'homme sous la langue ou dans l'aisselle, le bras étant appliqué sur les parois du thorax, ou à l'extrémité de l'intestin.

Il est très souvent indispensable, dans le cas de l'invasion d'une maladie qu'il est souvent difficile de diagnostiquer au début, de prendre la température du corps, et les indications du thermomètre pendant l'évolution de la maladie sont très précieuses.

Mais il faut avoir un thermomètre bien gradué, par comparaison avec un thermomètre étalon dont les points fixes, 0° dans la glace fondante et 100° dans la vapeur d'eau bouillante à la pression de 760 millimètres, ont été déterminés avec soin.

On emploie aussi dans les recherches physiologiques des aiguilles thermoélectriques de fer et cuivre soudé à une extrémité (fig. 39); deux aiguilles semblables immergées dans le même bain d'eau n'impriment aucune déviation à l'aiguille d'un galvanomètre sensible; mais si les aiguilles sont plongées, l'une dans un bain d'eau à 10°, l'autre dans un bain à 11°, on peut observer une déviation de l'aiguille du galvanomètre de 20°; c'est à l'aide d'appareils semblables que Claude Bernard, aidé par le professeur d'Arsonval et par moi, a pu, au Collège de France, introduire par la veine fémorale d'un chien une sonde thermoélectrique qui, pénétrant dans la veine cave inférieure, est arrivée jusqu'au foie au confluent des veines sus-hépatiques et du gros tronc veineux; l'illustre physiologiste a reconnu ainsi, l'autre sonde étant maintenue dans de l'eau à température invariable, que le point le plus chaud de l'organisme se trouve au niveau du foie, ce qui démontre que dans cette glande, la plus volumineuse de l'organisme, se passent des phénomènes chimiques qui engendrent de la chaleur.

Calorimétrie. — On appelle calorie ou unité de cha-

leur la quantité de chaleur qu'il faut donner à un kilogramme d'eau pour élever sa température d'un degré.

Méthode des mélanges. — Si nous mélangeons un kilogramme d'eau à 20° avec un kilogramme d'eau à 30°, nous observons au thermomètre une température de 25°, qui est la moyenne entre 20° et 30°.

Dans les expériences physiologiques, s'il s'agit d'une digestion artificielle, nous avons souvent besoin d'obtenir une température constante, 40° par exemple; on arrive par tâtonnement, en ajoutant de l'eau bouillante à un certain volume d'eau froide, à faire un mélange à la température demandée; mais il y a un moyen plus commode, c'est l'emploi d'un régulateur de température, soit du professeur d'Arsonval, soit du professeur Roux; celui-ci est basé sur la dilatation inégale de deux barres métalliques soudées; l'appareil est disposé de telle sorte que l'admission du gaz d'éclairage au brûleur qui chauffe l'eau, donne un volume de gaz tel que la chaleur produite est égale à la chaleur perdue par le refroidissement du récipient métallique dans l'air qui l'entoure. On peut encore avec une grande facilité, avant de préparer un bain chaud, calculer le poids d'eau bouillante qu'il faut ajouter à 100 kilogrammes d'eau à 15° pour obtenir une température de 33°, qui est la plus convenable. Soit x le poids d'eau bouillante nécessaire; la chaleur perdue par cette eau en calories, soit $x(100 - 33)$, sera égale à celle gagnée par l'eau, ou $100(33 - 15)$: on aura donc

Fig. 39. — Aiguille thermoélectrique de fer et de cuivre à soudure terminale (s) enveloppée d'une sonde de gomme elastique. Dans la pratique, cette sonde peut avoir un faible diamètre.

$$x(100 - 33) = 100(33 - 15),$$
$$x = 26^{l},9.$$

27 litres d'eau bouillante sont nécessaires pour obtenir le bain à la température demandée.

Je dois faire remarquer ici que dans des installations d'appareils à chauffage, par le gaz, de l'eau qui doit être envoyée dans une baignoire, il est arrivé souvent que des personnes ont été partiellement ou complètement empoisonnées par des produits de la combustion du gaz : c'est quand le réchaud est mal allumé et que le gaz brûle aux injecteurs, au lieu de brûler en bleu par les ouvertures des réchauds. Nous verrons plus tard que la combustion incomplète du gaz d'éclairage donne des produits gazeux très dangereux, puisqu'ils renferment de l'oxyde de carbone. Il est donc à désirer que les appareils de chauffage de l'eau par le gaz soient installés en dehors de la salle de bains, qui est généralement peu spacieuse, et les produits de combustion du gaz doivent être expulsés au dehors par une série de tuyaux se rendant au-dessus du toit de la maison.

Chauffage d'un appartement. — Lorsque la température extérieure est notablement inférieure à la température intérieure d'un appartement, ce que l'on reconnaît à l'aide de deux thermomètres, quand, par exemple, on trouve 10° à l'intérieur et de 0° à 5° au dehors, il ne faut pas hésiter à faire du feu, de manière à obtenir dans la chambre qu'on habite une température voisine de 15°.

Beaucoup de personnes, par raison d'économie sans doute, hésitent, quand on passe de l'automne à l'hiver, à faire allumer du feu, et le plus souvent les rhumes n'ont pas d'autre cause ; quand on réagit par l'exercice à pied contre le froid extérieur, étant bien couvert, quand on a chaud aux pieds, on n'a rien à craindre. Mais lorsqu'on est assis à son bureau, quand on a des occupations sédentaires, il faut se chauffer. On y arrive d'une manière très simple et très hygiénique, par l'emploi d'une grille installée dans un coin de la chambre ou de la salle dans laquelle on se tient, grille qui peut être fermée par deux portes mobiles sur pivots. L'allumage du foyer est rendu

très facile par le procédé suivant, que je recommande spécialement : on dispose sur la grille, dans une excavation pratiquée sur le charbon débarrassé de cendres qui reste de la veille, quelques morceaux de bois résineux, un peu de charbon de bois, une ou deux pelletées de charbon de terre ; à l'aide d'un robinet à gaz, établi sur le côté de la cheminée, d'un tube de caoutchouc et d'un bec cintré du professeur Berthelot, on dirige la flamme du gaz sous la grille; le combustible est allumé en deux ou trois minutes. On ferme le gaz, et quand la combustion du charbon est vive, on ouvre les deux portes : jamais on n'a d'insuccès.

Pour maintenir le foyer longtemps allumé, il est très utile d'ajouter au-dessus du charbon de terre des agglomérés de charbon, et quand on quitte son appartement pour les occupations extérieures, on recouvre de cendres, on ferme les portes et on dispose un écran à feuilles métalliques devant le foyer; le soir, en rentrant, on retrouve du feu sous la cendre et une température douce dans l'appartement.

Je n'ai pas l'intention ici de décrire tous les appareils de chauffage qui sont employés, mais il me paraît nécessaire d'appeler l'attention sur les dangers que présentent quelquefois les calorifères de cave, installés d'une manière défectueuse, si les parois des cloches de fonte sont portées au rouge, si surtout elles présentent des fissures; quand l'air chargé d'acide carbonique, et qui doit circuler dans un grand appartement, passe sur la surface extérieure de la fonte rougie, j'ai démontré expérimentalement que l'acide carbonique est en partie transformé en oxyde de carbone, qui rend l'air chaud toxique.

Je rapporterai une seule observation. Un savant professeur de la Faculté de médecine de Paris dont l'appartement était chauffé par un calorifère de cave se réveilla dans la nuit avec un violent mal de tête et appela au secours. Il était temps : on ouvrit les fenêtres pour rendre de l'air pur, on fit respirer de l'oxygène aux personnes

de la famille; après plusieurs jours de maladie, tous heureusement survécurent; mais des animaux, des chats de Siam, qui habitaient l'appartement et qui avaient l'habitude de se coucher auprès des bouches de chaleur, furent trouvés morts : ils avaient été empoisonnés à coup sûr par l'oxyde de carbone; mais si l'un d'eux avait été envoyé dans mon laboratoire, j'aurais dosé dans mon grisoumètre ou dans mon eudiomètre le volume d'oxyde de carbone qui avait été absorbé par le sang.

Il vaut donc mieux, en général, se chauffer par une circulation d'eau chaude ou de vapeur d'eau sous faible pression que par l'air chaud provenant des calorifères de cave.

Les poêles mobiles. — En avril 1889, l'Académie de médecine, sur la proposition de l'un de ses membres, M. le docteur Lancereaux, s'est occupée de la question des poêles mobiles.

A cette occasion, mon savant ami le docteur Laborde a bien voulu rappeler les expériences que j'ai faites sur un poêle sans tuyau. Il a fait remarquer avec raison que les poêles qui présentent un tirage incomplet peuvent répandre autour d'eux, dans l'air respiré à l'intérieur de la chambre ou de l'appartement, les déchets de la combustion, parmi lesquels se trouve l'oxyde de carbone, le plus facilement diffusible et en même temps le plus dangereux. Voici plusieurs faits signalés par le regretté docteur Laborde :

« 1° Un exemple remarquable des effets de l'intoxication, sous la forme d'un état profondément anémique, avec céphalalgie (mal de tête) constante, vertiges, anorexie (perte de l'appétit), incapacité de travail, m'a été fourni par un de nos plus savants entomologistes, mon ami M. Mégnin, qui, il y a trois ans, éprouva des accidents graves, du fait d'un poêle mobile, à la mode, placé dans son cabinet de travail.

« Les accidents consécutifs dont M. Mégnin a été victime, et dont il a eu grand'peine à se débarrasser, ont duré plus de six mois. Il avait fini par en découvrir, fort

heureusement, la cause dans l'existence d'une petite fissure du côté de la fermeture sablée du poêle, par laquelle se faisait un échappement continu d'oxyde de carbone. »

« 2° Le 8 mars 1888, j'étais appelé, dit M. le docteur Raffegeau, vers 9 heures du matin, auprès de M. et Mme C..., âgés, l'un de soixante-sept ans, l'autre de soixante-cinq, la veille bien portants, et que leur bonne avait trouvés privés de sentiment dans leur chambre à coucher, où se trouvait un poêle mobile.

« Fort heureusement on avait mandé aussitôt le savant médecin de Sainte-Anne, le docteur Bouchereau, ami de la famille, qui avait fait enlever le poêle et organisé les premiers soins. Je continuai donc à pratiquer la respiration artificielle et la flagellation du thorax avec des serviettes imbibées d'eau froide.

« Vers midi, Mme C..., qui est d'un tempérament lymphatique et d'un certain embonpoint, reprit peu à peu ses sens, et, dès le soir, elle pouvait nous donner quelques détails sur l'accident.

« Le poêle avait été changé dans la soirée, et la cheminée de la chambre, où on ne le mettait pas d'habitude, avait fort peu de tirage.

« Quant à son mari, qui était maigre et d'un tempérament nervoso-sanguin, ce n'est que vers 5 heures du soir qu'on put nourrir l'espoir de le sauver et de cesser l'emploi de la respiration artificielle ; mais il resta plusieurs jours dans le coma, et ne recouvra que lentement et successivement l'usage des sens ; l'intelligence devint obtuse ; M. C. avait été frappé de démence, et la vue restait presque abolie. Le poison, l'oxyde de carbone, avait produit des lésions incurables du système nerveux central. » (Extrait du livre *les Poisons de l'air,* par N. Gréhant ; librairie J.-B. Baillière, 1890.)

LIVRE III

LA DIGESTION. — L'ALIMENTATION

CHAPITRE PREMIER

Appareil digestif de l'homme.

Je ne puis donner ici qu'en résumé la description de l'appareil digestif de l'homme, et j'engage mes lecteurs à visiter nos riches collections d'anatomie comparée, rue de Buffon, où ils pourront, sur des préparations très bien faites, reconnaître toutes les formes et la structure des diverses parties de cet appareil qui joue un rôle si fondamental, en nous permettant de conserver, par une alimentation rationnelle et suffisante, notre énergie intellectuelle et physique. La figure ci-jointe (fig. 40) représente l'ensemble de notre appareil digestif : on y voit l'ouverture buccale entourée de muscles servant à la préhension des aliments; les dents (fig. 41), qui sont au nombre de 20 dans la première dentition et de 32 chez l'homme adulte (fig. 42); la cavité buccale, renfermant la langue, organe du goût qui est en même temps essentiellement musculaire et sert à la déglutition.

Je ne puis trop recommander de soumettre les aliments à une mastication suffisante pour que leur division soit aussi complète que possible, et que, pendant le séjour dans la cavité buccale, le bol alimentaire soit imbibé de salive sécrétée par trois paires de glandes salivaires, les parotides, les sublinguales et les sous-maxillaires, et par de nombreuses glandules situées dans la muqueuse buccale (fig. 43).

Les aliments, portés par la langue dans le pharynx, passent au-dessous du voile du palais, qui est relevé, sont saisis par les muscles constricteurs du pharynx et pénètrent dans l'œsophage, canal musculaire dont les contractions, non soumises à la volonté, font progresser le bol alimentaire à travers le thorax et le muscle diaphragme jusqu'à l'estomac, par l'ouverture appelée cardia.

L'estomac a la forme d'une cornemuse (fig. 44); il est formé de plusieurs membranes, l'une extérieure, l'une moyenne, formée de fibres musculaires, formant des cercles ou des anses en forme de 8, et une tunique interne ou muqueuse, dont l'épaisseur est d'un millimètre environ et dont la structure est très compliquée; la tunique extérieure est recouverte par un repli du péri-

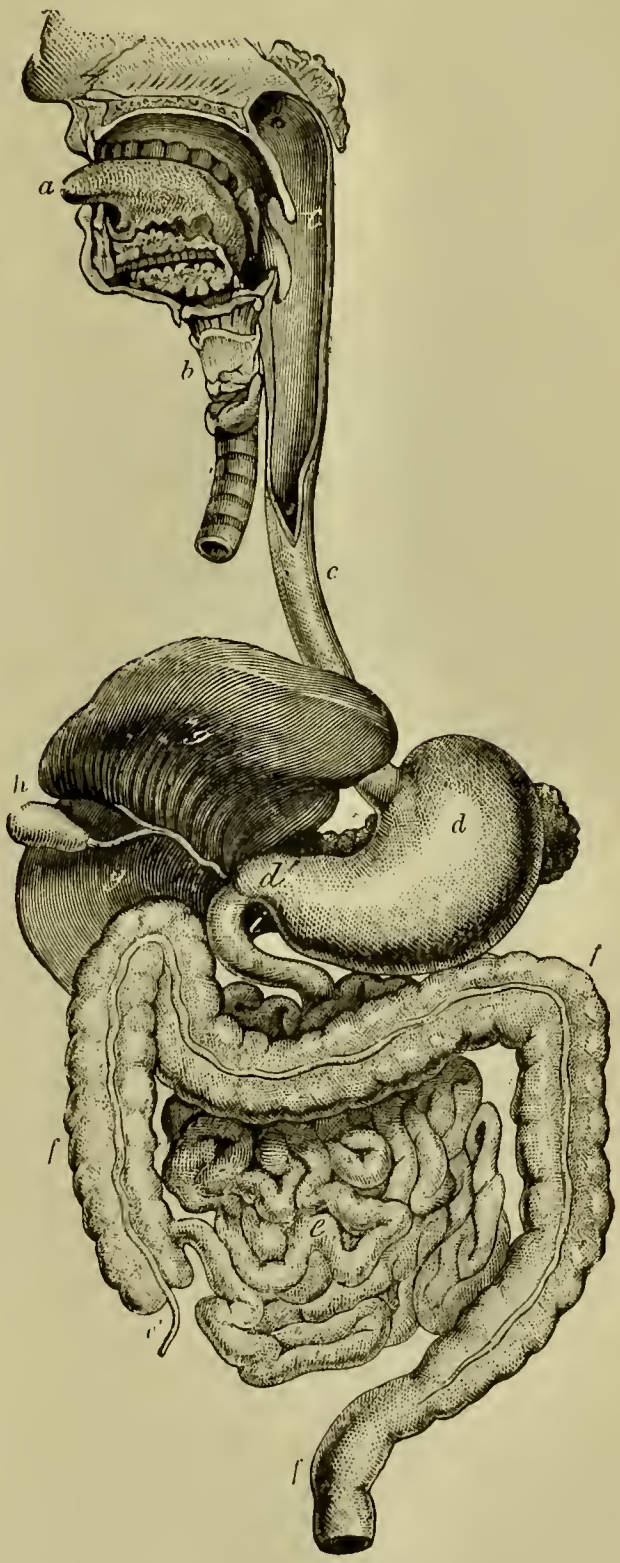

Fig. 40. — Ensemble de l'appareil digestif de l'homme.

a, langue; *b*, larynx; *c*, œsophage fendu; *d*, estomac; *e*, intestin grêle; *e'*, appendice cæcal; *f*, gros intestin et rectum; *g*, foie; *h*, vésicule biliaire.

toine, membrane séreuse qui forme l'épiploon et qui tapisse tous les viscères contenus dans l'abdomen et les parois de cette cavité.

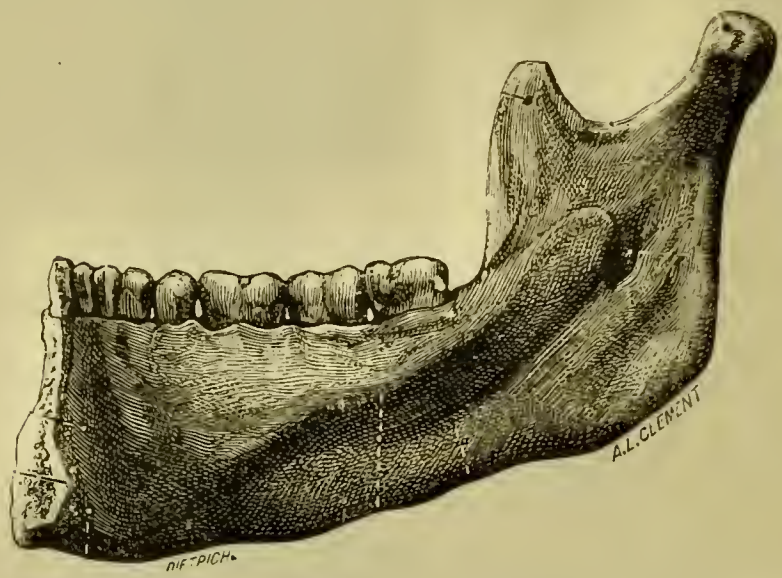

Fig. 41. — Moitié de l'os maxillaire inférieur avec huit dents.

L'estomac reçoit des vaisseaux sanguins artériels, qui entourent les bords entre deux lames péritonéales, et les veines qui en partent se rendent à la veine porte, qui pénètre dans le foie.

Fig. 42. — De droite à gauche : 2 incisives, 1 canine, 2 petites molaires, 3 grosses molaires.

L'étude histologique de la muqueuse offre un vif intérêt : quand on fait une coupe mince de cette membrane, on découvre au microscope une foule de glandes en tubes (fig. 45), dont chacune renferme des cellules glandulaires qui sécrètent par un canal central fort étroit un liquide

spécial, le suc gastrique, dont le rôle dans la digestion est, nous le verrons, de la plus haute importance.

L'estomac n'est pas un organe inerte; ses parois, étant musculaires, sont mises en mouvement par les contractions des fibres lisses et brassent constamment le con-

Fig. 43. — Les glandes salivaires.

P, glande parotide; Sc, canal de Sténon; *m*S, glande sous-maxillaire; *g*, glande sublinguale.

tenu, mélange de solides et de liquides introduits par les potages et les boissons, de sorte que les surfaces de contact de la muqueuse et du contenu sont constamment renouvelées. Pour un bon fonctionnement de cet organe il faut une distension moyenne, et non pas une distension extrême, comme il arrive chez les hommes ou les animaux

qui mangent gloutonnement. Un jour, dans le laboratoire de Claude Bernard au Collège de France, un chien mourut sans que je pusse me rendre compte de la cause de la mort. Je fis l'autopsie, et je découvris un estomac énorme, qui renfermait au moins deux kilogrammes de viande en gros morceaux ; cette réplétion du viscère avait gêné évidemment les mouvements du diaphragme, avait comprimé les poumons et produit l'asphyxie.

La seconde ouverture de l'estomac est le pylore, qui

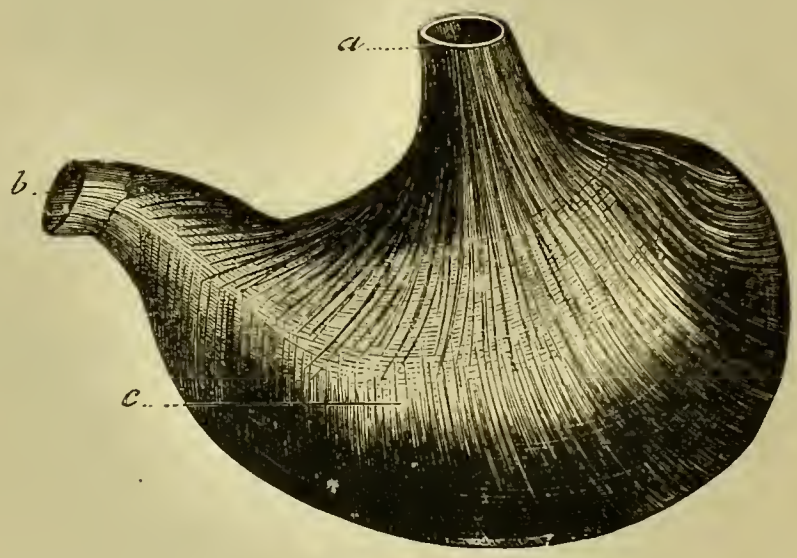

Fig. 44. — Estomac.
a, cardia; *b*, pylore; *c*, fibres musculaires.

réunit ce viscère à l'intestin grêle, dont la longueur est très grande et qui est réuni par une membrane qui l'enveloppe et qui est formée de deux feuillets accolés, le mésentère, entre lesquels se trouvent des artères, les branches des artères mésentérique supérieure et mésentérique inférieure provenant de l'aorte abdominale. Les plus petites artères pénètrent dans les parois de l'intestin, se terminent dans les réseaux capillaires très riches, desquels naissent les veines mésentériques, qui se réunissent entre elles en troncs volumineux qui vont se terminer dans la veine porte, dont j'ai déjà parlé. Les membranes qui forment l'intestin sont une membrane extérieure mince recouverte par le mésentère (du péritoine), plusieurs

couches de fibres musculaires lisses longitudinales ou circulaires, qui en se contractant déterminent les mouvements de l'intestin dont nous n'avons pas conscience, mais qui font circuler les aliments déjà en partie digérés.

En dedans des couches musculaires, nous trouvons une muqueuse recouverte de villosités (fig. 46) qui, examinées au microscope, nous présentent un épithélium extérieur, des vaisseaux sanguins et l'origine des vaisseaux chylifères contenant le chyle, résultant de l'action des sucs digestifs.

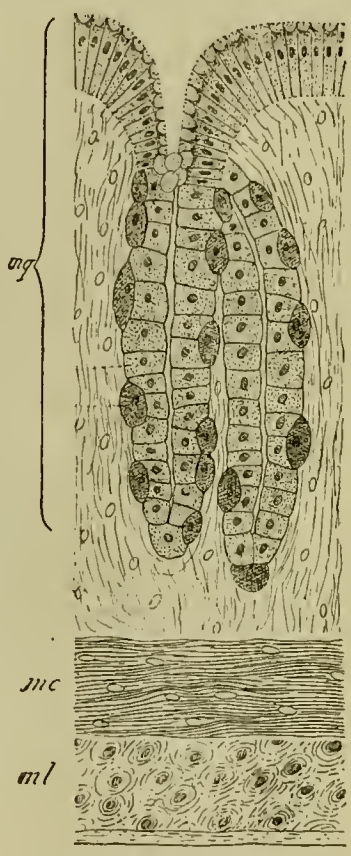

Fig. 45. — Coupe de la paroi de l'estomac.

mq. muqueuse d'une épaisseur de 1 à 2 millimètres contenant les glandes en tubes; *mc*, *ml*, couches de fibres musculaires circulaires et longitudinales.

En outre, il existe dans la muqueuse de l'intestin des glandes nombreuses, les unes qui sécrètent du mucus, les autres qui sécrètent un liquide spécial, le suc intestinal; l'intestin grêle vient se terminer dans l'origine du gros intestin que l'on appelle le cæcum, par une ouverture garnie de deux membranes, la valvule iléo-cæcale (fig. 47), qui laisse bien passer le contenu de l'intestin grêle dans le gros intestin, mais qui s'oppose absolument à tout retour des substances du gros intestin dans l'iléon de l'intestin grêle.

Du cæcum part un organe dont on parle beaucoup, qui a la forme d'un doigt de gant étroit, long de quelques centimètres, s'ouvrant dans la cavité de l'intestin et se terminant en une partie fermée : c'est le siège d'une affection qui devient commune à notre époque et qui exige souvent l'intervention des chirurgiens, l'appendicite, maladie qui peut devenir très grave, si l'inflammation se communique au péritoine, dont la surface est très étendue; la péritonite est souvent mortelle.

Il faut s'abstenir d'introduire dans le tube digestif des corps solides insolubles dans les sucs sécrétés par les glandes, comme les noyaux de cerises ou d'autres fruits, tout corps étranger solide, comme de petits os ou des arêtes de poissons, qui, pénétrant dans l'appendice vermiculaire du cæcum, pourraient être cause de l'appendicite. Tout récemment, mon collègue M. le docteur Blanchard a fait connaître à l'Académie de médecine des cas d'appendicite causés par la présence d'entozoaires dans l'intestin : des observations semblables ont été faites par le docteur Mahéo, de Brest.

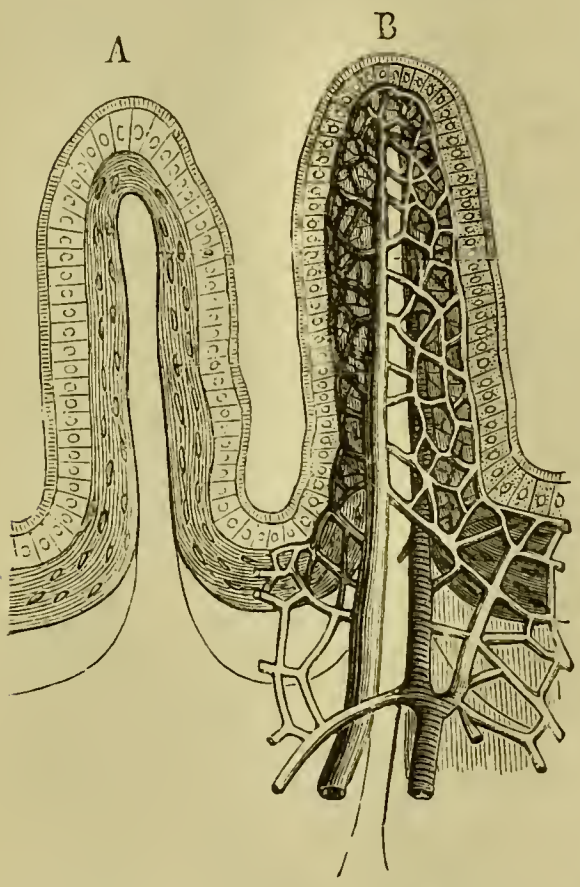

Fig. 46. — Villosités intestinales.

A, chylifère central ; B, chylifère enveloppé du réseau artériel, du réseau capillaire et du réseau veineux.

Le gros intestin, qui commence près de la fosse iliaque droite, remonte dans l'abdomen (je suppose l'homme se tenant dans la station verticale) et prend le nom de colon ascendant, puis il traverse l'abdomen de droite à gauche, colon transverse, et descend dans la fosse iliaque gauche, où il décrit une courbe en forme de S, pour se terminer par une portion droite qui a reçu le nom de rectum, dont l'extrémité est environnée de muscles striés appelés sphincter, déterminant par leur tonicité l'occlusion de l'intestin, qui ne s'ouvre que pour l'expulsion des déchets de l'alimentation.

Je ne puis pas m'étendre ici sur les usages du gros intestin, mais il est certain que, comme l'intestin grêle,

sa muqueuse, par les veines et par les chylifères, absorbe les produits liquides des aliments et les sépare des résidus colorés, qui deviennent de plus en plus solides à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité de l'intestin. La dissection de l'appareil digestif d'un lapin (fig. 48), rongeur qui n'a qu'un estomac, tandis que les ruminants en ont quatre, est très instructive sous ce rapport.

J'ajouterai que pour un bon fonctionnement de l'estomac et de l'intestin, il faut une dilatation moyenne de ces organes, pour que les glandes soient séparées les unes des autres et que rien ne vienne troubler le cours très rapide du sang dans les glandes qui sécrètent.

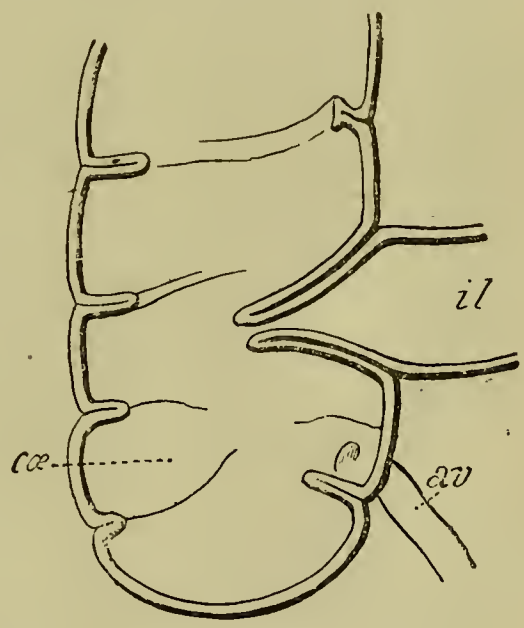

Fig. 47. — Coupe du cæcum et de valvule iléo-cæcale.
il, iléon (intestin grêle) : *cæ*, cæcum *av*, appendice vermiculaire.

Il est certain que les aliments séjournent un temps assez long dans l'estomac, dans l'intestin grêle et dans le gros intestin, et que l'introduction de nouveaux aliments solides et liquides à chaque repas favorise le cours du contenu de l'intestin, déterminé par les contractions musculaires des parois et par l'action du muscle diaphragme dans l'inspiration, et des muscles abdominaux pendant l'expiration et pendant l'effort.

Elimination des matières excrémentitielles. — Je ne puis trop recommander aux personnes qui ont le désir de conserver la santé, de prendre des habitudes régulières pour l'élimination des déchets de la nutrition.

Le corps se soumet facilement, par exemple, à une évacuation quotidienne, dans la matinée de préférence, des déchets solides; si les contractions des fibres lisses de l'intestin grêle et du gros intestin, aidées par les con-

tractions des muscles abdominaux et du diaphragme, ne sont pas suffisantes, quelques frictions faites avec la main sur l'abdomen excitent les fibres musculaires et amènent le résultat attendu.

Lorsque la constipation est très opiniâtre et dure pendant plusieurs jours, l'application des courants induits faite par un électrode métallique introduit dans le rectum et par une éponge mouillée promenée sur toute la surface de l'abdomen, a souvent produit les résultats les plus heureux ; mais il est évident que ce procédé ne peut être employé que par un médecin.

Je n'insiste pas sur les autres moyens qui peuvent être employés avec succès.

Il faut aussi éliminer souvent le liquide sécrété par les reins, et c'est une bonne précaution de vider la vessie avant chaque repas; cela laisse la cavité abdominale libre, l'estomac et l'intestin peuvent se dilater facilement par l'ingestion des aliments et des boissons.

CHAPITRE II

Actions physiologiques des liquides sécrétés par les glandes appartenant au tube digestif.

Je ne puis faire une description complète de toutes les glandes de l'appareil digestif; je serai bref; mais le rôle de ces glandes est si fondamental pour comprendre comment les aliments sont dissous ou transformés, qu'il m'est impossible de ne pas appeler l'attention de mes lecteurs sur ce sujet.

Glandes salivaires. — Les glandes salivaires sont au nombre de trois paires : les deux parotides, voisines de l'oreille, les deux sous-maxillaires et les deux sublinguales (fig. 43).

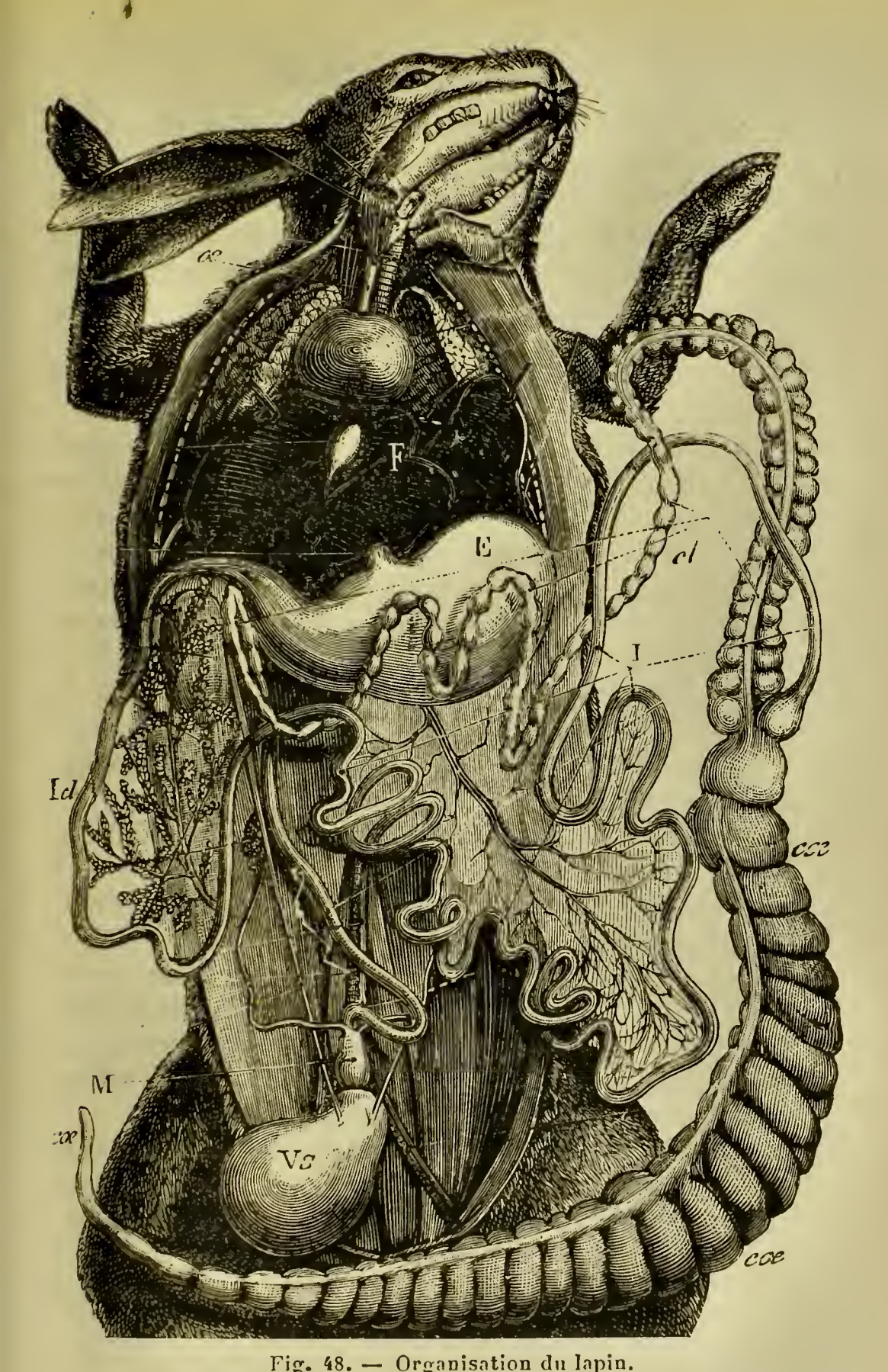

Fig. 48. — Organisation du lapin.

œ, œsophage; E, estomac; I*d*, duodénum; I, jejunum et iléon; *cœ*, cæcum; *cl*, colon; F, foie; M, rectum (intestin déroulé); V*s*, vessie.

La salive mixte, sécrétée par ces glandes et par les glandules de la muqueuse buccale, est un liquide aqueux contenant une matière albuminoïde coagulable par l'acide nitrique et par la chaleur, par le sulfate de magnésie, et qui est précipitée par le tanin que l'on appelle ptyaline ou diastase animale.

La salive est alcaline et renferme donc une diastase semblable à celle de l'orge germée, qui jouit de la propriété de transformer l'amidon et la fécule cuits en glucose.

Rien n'est plus simple que la démonstration de cette action chimique : on introduit dans la bouche une cuillerée à café d'empois d'amidon ou de fécule légèrement salé, et on le promène avec la langue sur toute l'étendue de la muqueuse buccale : au bout de quelques minutes, on perçoit une saveur sucrée (celle du glucose ou sucre de raisin); on jette le contenu sur un filtre, et le liquide qui passe, chauffé avec quelques centimètres cubes de liqueur de Fehling (tartrate double d'oxyde de cuivre et de potasse), donne avec le glucose un précipité rouge d'oxydule de cuivre.

Une habitude que je crois bonne et qui me paraît rationnelle, est celle qui consiste, avant chaque repas, à prendre un morceau de pain que l'on introduit dans la bouche, et que l'on soumet à une mastication prolongée, jusqu'à ce qu'on éprouve la sensation d'un liquide sucré; on avale ensuite le bol alimentaire. L'apparition du sucre démontre que les glandes salivaires ont été mises en action et ont sécrété de la diastase, dont le rôle est si essentiel pour convertir l'amidon cuit en glucose.

Les glandes salivaires, comme toutes les glandes, sont sous la dépendance du système nerveux.

La corde du tympan est un rameau du nerf maxillaire inférieur; quand on a introduit et fixé dans le conduit très fin de la glande sous-maxillaire une canule salivaire d'argent, si l'on retire le mandrin et si l'on excite la corde du tympan à l'aide d'une pince électrique, on voit aussitôt la salive s'écouler en gouttes par l'extrémité de la canule.

Un phénomène important a été signalé par Claude Bernard : pendant la sécrétion, le sang veineux qui sort de la glande est rouge vif, comme le sang artériel, au lieu d'être rouge foncé comme il l'est lorsqu'il sort de la glande au repos : il en résulte que, pendant la période d'activité de la glande, le cours du sang y est beaucoup plus rapide.

L'éminent physiologiste Charles Ludwig, de Leipzig, a démontré que pendant l'excitation de la corde du tym-

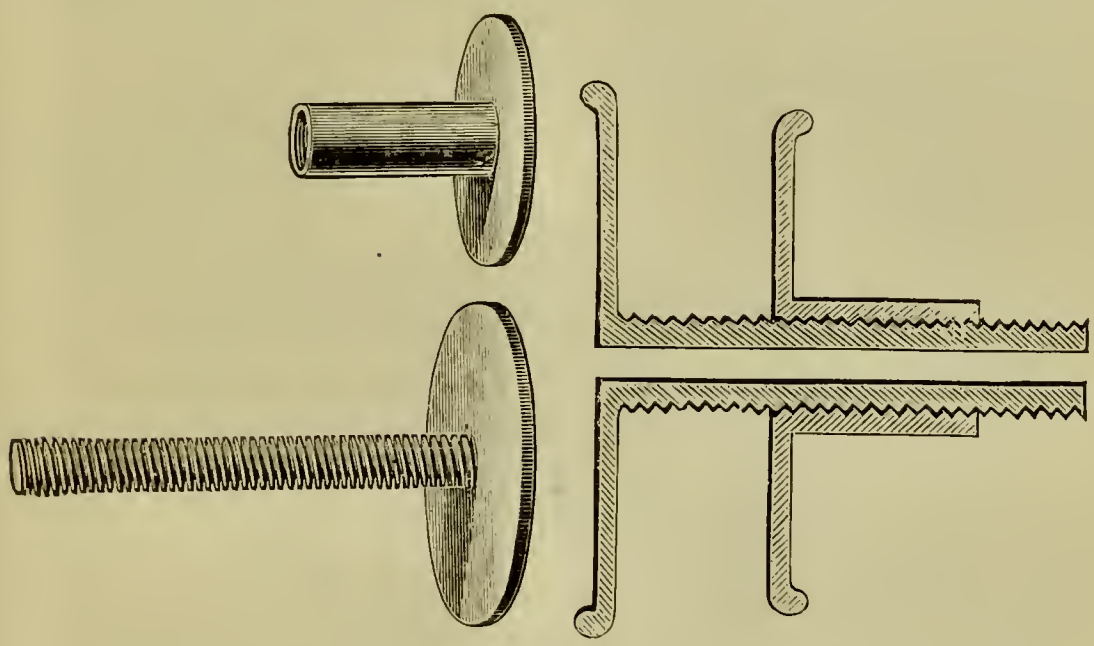

Fig. 49. — Canule pour la fistule gastrique : 1° les deux parties séparées; 2° les deux parties vissées l'une sur l'autre.

pan, dans un tube manométrique à mercure fixé sur la canule salivaire, le métal peut monter à 20c ou à 25c, c'est-à-dire à une hauteur beaucoup plus grande que la pression du sang artériel.

Le nerf sécréteur de la parotide est le nerf auriculo-temporal (Claude Bernard), qui vient aussi du nerf maxillaire inférieur, branche du trijumeau.

Suc gastrique. — « Beaumont eut l'occasion d'observer en 1833 la fistule stomacale du Canadien Saint-Martin, consécutive à une plaie par arme à feu, et en profita pour faire des observations méthodiques sur la sécrétion gastrique. Ce fait inspira aux physiologistes l'idée de créer

expérimentalement des fistules semblables sur les animaux. Ce qui fut réalisé par Blondlot de Nancy en 1843. Cette méthode est d'une pratique courante et facile. » (*Traité de physiologie,* par Morat et Maurice Doyon.)

Par une incision faite sur la ligne blanche de la paroi abdominale, on découvre l'estomac; on incise ce viscère et on introduit par l'ouverture le pavillon d'une canule spéciale (fig. 49); on passe des points de suture entre la

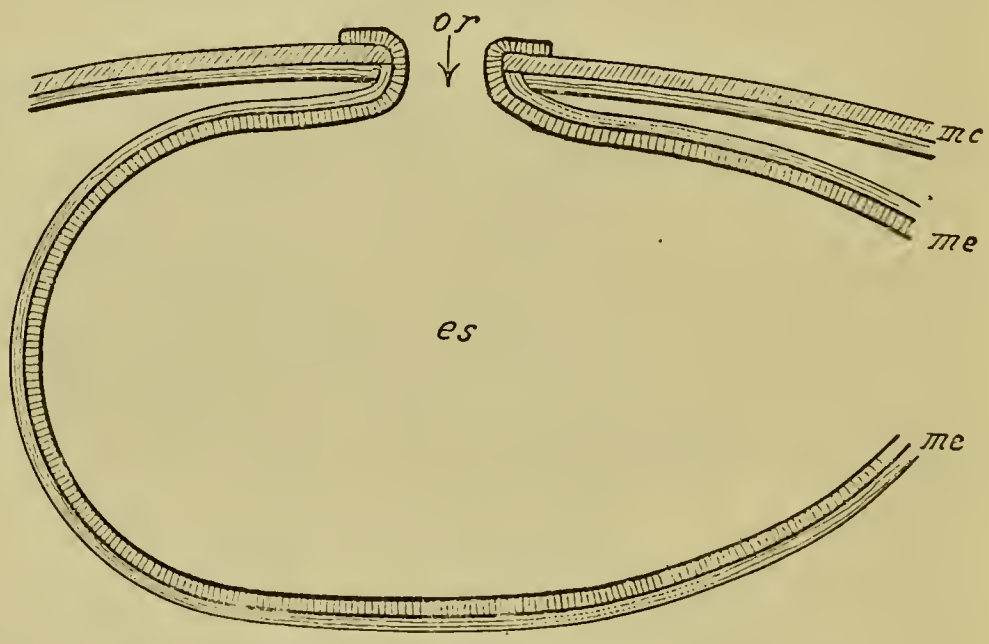

Fig. 50. — Disposition des tuniques dans la fistule gastrique.

or, orifice; *es*, cavité de l'estomac; *me*, muqueuse de l'estomac: *mc*, la peau de l'abdomen.

paroi de l'estomac et celle de l'abdomen : presque toujours les adhérences s'établissent sans accident, et on peut conserver pendant des mois les chiens opérés, pourvus d'une canule qui permet d'obtenir du suc gastrique par l'excitation directe de la muqueuse de l'estomac (introduction d'une plume d'oiseau dans ce viscère).

Le suc gastrique est un liquide acide, et on s'est demandé quel est l'acide qu'il renferme. Le savant maître Berthelot a démontré que les acides minéraux et les acides organiques agités avec un mélange d'eau et d'éther se différencient; les acides organiques passent en dissolu-

tion dans l'éther, tandis que les acides minéraux restent en solution dans l'eau; le professeur Charles Richet, en 1874, s'est servi de ce procédé, et en agitant du suc gastrique il a reconnu que l'acide ne passe dans l'éther qu'en très faible proportion, tandis qu'il reste dans l'eau; c'est donc un acide minéral, l'acide chlorhydrique.

Le suc gastrique renferme deux ferments : l'un, la pepsine, qui agit sur les substances albuminoïdes et les dissout en les transformant en peptones, et l'autre, la pré-

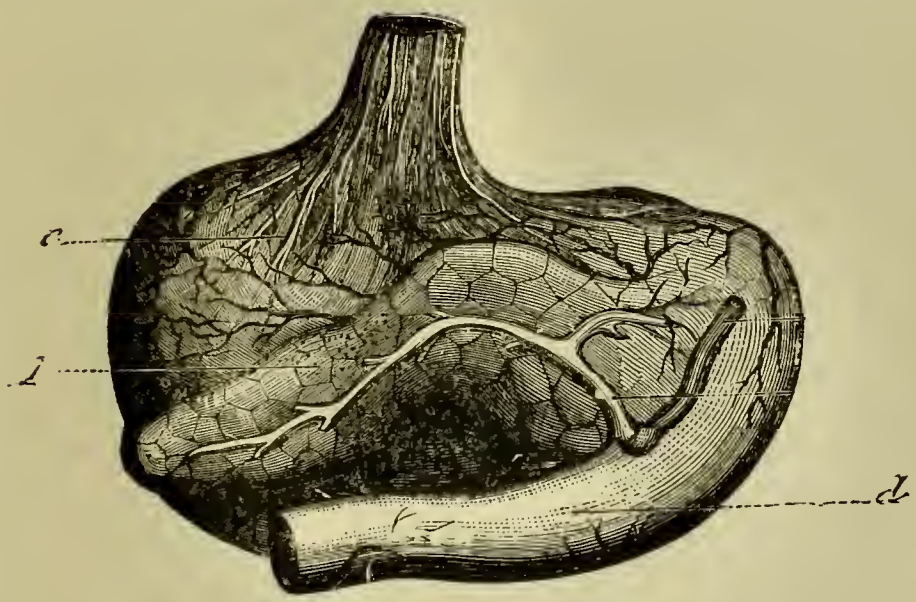

Fig. 51. — Pancréas de l'homme.
e, face postérieure de l'estomac; *p*, pancréas avec ses deux conduits; *d*, duodénum.

sure ou lab (ferment, coagulant le lait par précipitation de la caséine).

Digestion artificielle de la fibrine et de l'albumine. — Rien n'est plus facile que d'établir une digestion artificielle : on trouve dans le commerce de la pepsine, qui se conserve mieux lorsqu'elle est mélangée de poudre de fécule ou d'amidon, pepsine amylacée, et qui est très efficace. On dissout dans un litre d'eau 5 gr. de pepsine amylacée du commerce, on ajoute 10 gr. d'acide chlorhydrique pur et 200 gr. de fibrine du sang humide.

Le mélange est introduit dans un ballon de verre immergé dans un bain d'eau maintenue à 40°; de temps en

temps, on agite le ballon. Au bout de quelques heures, la dissolution de la fibrine est presque complète, et on fait bouillir le liquide, puis on ajoute du carbonate de chaux pour neutraliser l'acide, et on filtre. On obtient une solution de peptone, qui peut être utilisée comme adjuvant de l'alimentation dans certaines maladies de l'estomac.

On trouve aussi dans le commerce de la peptone sèche pulvérulente et très légère, que l'on peut dissoudre dans l'eau tiède pour préparer des solutions alimentaires.

Dans les cas de dyspepsie, quand les phénomènes normaux de la digestion stomacale diminuent d'intensité, il peut être très utile d'ajouter aux aliments, mais à basse température, à 40° environ, un faible poids de pepsine, qui donne au suc gastrique une plus grande activité.

Un de mes amis, atteint d'une affection de l'estomac qui le privait d'une alimentation suffisante, ce qui avait produit un amaigrissement extrême, a été guéri radicalement au bout de plusieurs années par l'emploi de solutions qu'il faisait préparer en grande quantité, à l'aide de viande de bœuf digérée par la pepsine additionnée d'acide citrique, l'acide étant neutralisé ensuite. Les solutions de peptones soumises à l'ébullition et complètement stérilisées se conservent presque indéfiniment.

Le suc desséché à basse température du papayer, qui renferme de la papaïne, extraite du Carica Papaya (arbre de la Chine), a été étudié par le célèbre chimiste Wurtz, qui a reconnu la propriété qu'il possède de dissoudre les matières albuminoïdes, aussi bien dans une solution neutre que dans une solution acide ou alcaline. Une petite dose de papaïne ajoutée aux aliments, ou prise en pilules, peut être très utile quand la quantité de suc gastrique ou de pepsine sécrétée par l'estomac est insuffisante.

Aussitôt que le lait arrive dans l'estomac, il est coagulé par un autre ferment appelé lab, qui est la partie active de la présure, extraite du quatrième estomac des veaux, la caillette, ainsi nommée parce qu'elle renferme du lait caillé ou coagulé.

C'est après la coagulation de la caséine que la pepsine intervient pour dissoudre cette matière albuminoïde, qui est ensuite absorbée par les parois de l'intestin.

Le pancréas. — Voici une glande qui joue un grand rôle dans la digestion : la figure 51 la représente chez l'homme, la figure 52 chez le lapin. Que de variétés nous présente l'anatomie comparée !

Mais dans toutes ces glandes se trouvent des cellules pourvues de noyaux qui sécrètent un liquide spécial, le suc pancréatique.

Pour l'obtenir, les physiologistes établissent des fistules temporaires ou permanentes. Chez le chien, le conduit pancréatique principal est très court et recouvert par une portion de la glande, qu'il faut isoler avec soin sans la blesser. Ce canal s'ouvre dans le duodénum à quelques centimètres au-dessous du pylore.

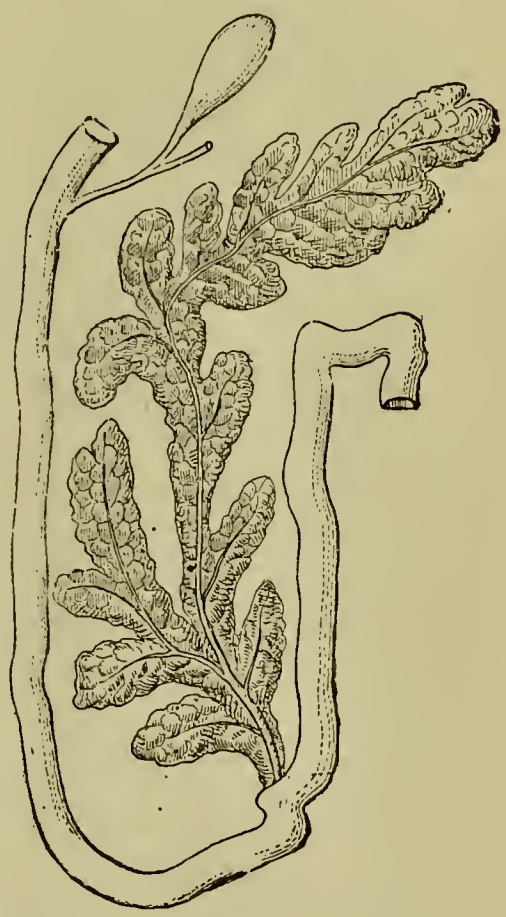

Fig. 52. — Pancréas diffus du lapin. Le conduit s'ouvre à 40 centimètres au-dessous du pylore de l'estomac (figure schématique).

« On fait une incision sur le canal avec des ciseaux, on introduit et on fixe par une ligature un tube d'argent d'un petit diamètre ayant 10 centimètres de longueur; on fixe à l'extrémité du tube une petite ampoule de caoutchouc pour recueillir le liquide qui s'écoule pendant la période de digestion. Lorsqu'ils ont établi une fistule permanente, Wassiliew et Pawlow recommandent d'exclure de l'alimentation la viande et de ne donner à l'animal que du grain et du lait, en y ajoutant un peu de soude. » (*Physiologie* de Morat et Doyon.)

Le suc pancréatique est incolore, de consistance vis-

queuse, d'une réaction toujours alcaline. Quand on le chauffe , il se coagule comme l'albumine du blanc d'œuf.

Action de ce liquide. — Le suc pancréatique agit sur l'amidon, sur les matières albuminoïdes et sur les graisses.

1° Si l'on ajoute à de l'eau d'amidon ou de fécule, et à une température de 40° environ, quelques gouttes de suc pancréatique ou une infusion aqueuse de glande hachée prise sur un animal en digestion, rapidement l'amidon est converti en dextrine et en glucose qui réduit abondamment la liqueur de Fehling.

2° Les matières albuminoïdes, sous l'action du suc pancréatique, sont dissoutes comme elles le sont par la pepsine.

Enfin 3°, et c'est un phénomène physiologique sur lequel Claude Bernard a beaucoup insisté, dans son mémoire sur le pancréas, si l'on ajoute à de l'huile neutre quelques gouttes de suc pancréatique, le mélange agité donne une émulsion persistante : ce sont de petits globules qui font ressembler le liquide à du lait : en outre, le suc pancréatique saponifie les graisses, sépare les acides gras de la glycérine.

La démonstration de ce fait capital a été donnée par l'illustre physiologiste de la manière suivante :

Dans un verre de montre, on verse une solution de beurre frais dans l'éther, que l'on additionne de teinture bleue de tournesol ; on introduit un peu de pancréas frais ou un morceau de pancréas conservé dans l'alcool. Au bout d'une heure, on voit le tournesol devenir rouge, par l'action des acides gras séparés de la glycérine par un ferment spécial contenu dans le tissu du pancréas.

L'importante découverte de la saponification des graisses par le tourteau des graines de ricin, à une température peu élevée, de 45° environ, a été l'objet de recherches laborieuses qui ont permis au docteur Nicloux d'isoler la substance active contenue dans le cytoplasme des cellules des graines, substance active qui est, comme l'a démontré Nicloux, détruite par l'eau, mais qui est soluble dans

l'huile. On peut obtenir par cette découverte, qui réalise un grand progrès, la séparation, très facile à basse température, à 50°, des acides gras et de la glycérine pure; c'est une révolution qui se prépare dans l'industrie de la saponification des graisses.

Le foie. — C'est la glande la plus volumineuse de l'organisme, et son rôle physiologique est si important et si fondamental, qu'on trouve le foie chez tous les vertébrés

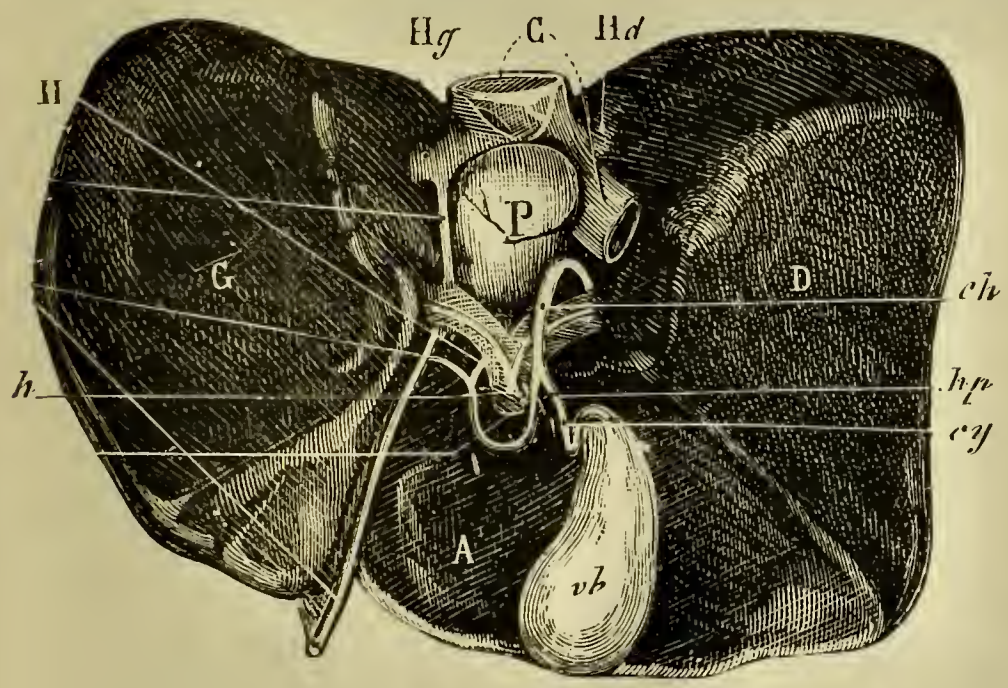

Fig. 53. — Foie de l'homme : face inférieure et postérieure.

D, lobe droit; G, lobe gauche; A, lobe carré; P, lobe spécial; *h*, artère hépatique; H, veine porte; H*d* et H*g*, veines sus-hépatiques; C, veine cave inférieure; *vb*, vésicule biliaire; *hp*, canal hépatique; *cy*, canal cystique; *ch*, canal cholédoque.

et chez un bon nombre d'invertébrés, chez les mollusques en particulier et chez les crustacés.

La figure 53 représente la forme et la situation du foie de l'homme, qui reçoit le sang par l'artère hépatique venant du tronc cœliaque de l'aorte et par la veine porte, dont les origines sont toutes les veines mésentériques, qui partent de l'intestin; la veine splénique, venant de la rate; les veines venant de l'estomac; la veine porte se ramifie dans le foie comme une artère, se termine dans un réseau capillaire très riche d'où partent les veines

sus-hépatiques, qui en se réunissant les unes aux autres constituent des troncs qui vont s'ouvrir dans la veine cave inférieure un peu au-dessous du diaphragme. Les vaisseaux biliaires sont le canal cholédoque, qui vient s'ouvrir dans le duodénum à quelques centimètres au-dessous du pylore et qui reçoit le canal hépatique venant du foie, et le canal cystique, qui part de la vésicule biliaire

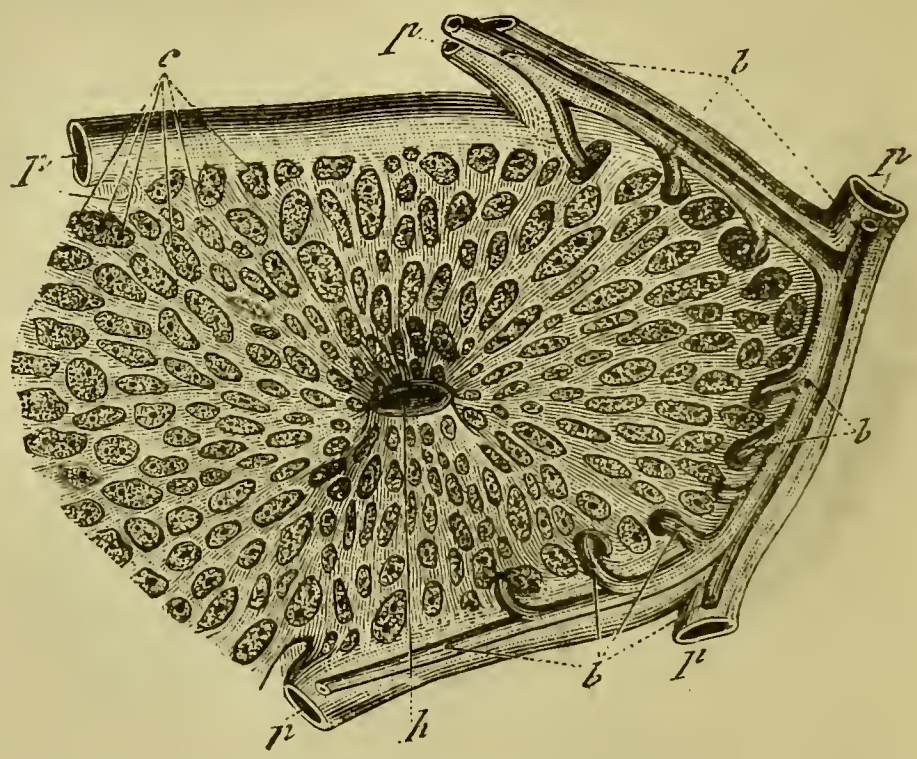

Fig. 54. — Lobule du foie.

h, veine sus-hépatique ; *p*, rameau de la veine porte ; *b*, rameau de l'artère hépatique *c*, cellules hépatiques.

ou réservoir de la bile, qui se remplit dans l'intervalle des repas; la bile se déverse dans l'intestin grêle à une certaine période de la digestion.

La bile, sécrétée par le foie formé d'un nombre considérable de lobules (fig. 54) et de cellules hépatiques (fig. 55), est un liquide jaune ou vert, dont la saveur est très amère.

Sa densité est variable entre 1,01 et 1,02; elle a une composition complexe et renferme deux acides biliaires : l'un, l'acide glycocholique, contenant du carbone de l'oxygène,

de l'hydrogène et de l'azote; l'autre renfermant en outre du soufre, puis des matières colorantes, la bilirubine et la biliverdine.

Pour obtenir la bile chez l'animal vivant, le meilleur procédé est celui du professeur Dastre : il consiste dans l'emploi d'une canule spéciale qui est fixée dans la vésicule biliaire, et qui présente un disque maintenu sur la peau; on recueille la bile à l'aide d'un tube dans un petit sac de caoutchouc fixé au collier de l'animal.

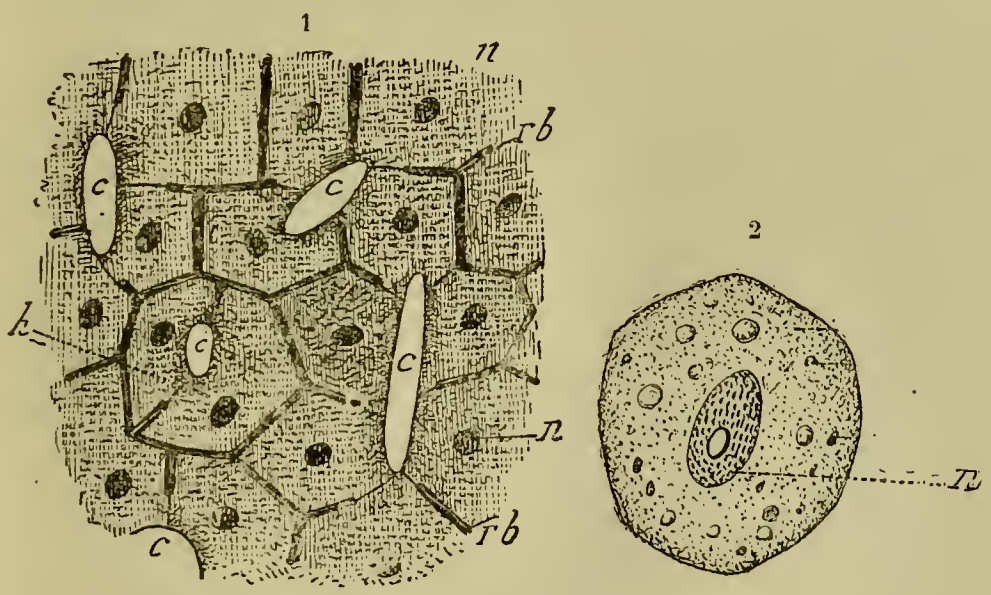

Fig. 55. — Cellules hépatiques.

cellules hépatiques groupées ; *c*, capillaires sanguins ; *rb*, réseau d'origine des canaux biliaires ; *h*, cellule hépatique ; *n*, noyau.
2, cellule hépatique isolée : *n*, noyau.

Le nom de l'illustre Claude Bernard sera toujours immortalisé par les découvertes qu'il fit sur la physiologie du foie.

Découverte de la matière glycogène. — On prend le foie d'un animal sacrifié, par exemple un foie de lapin, on le réduit en pulpe à l'aide d'un hachoir ou d'une machine à hacher, et on jette la pulpe dans une capsule de porcelaine contenant de 100 à 200^{cc} d'eau bouillante, en agitant sans cesse avec une spatule; après 3 ou 4 minutes d'ébullition, on presse sur un linge et on rassemble dans un mortier de porcelaine les fragments du foie,

qui ont été coagulés par la chaleur; ils sont broyés avec du noir ou charbon animal (obtenu par la calcination des os en vase clos); dans l'eau bouillante qui a déjà servi on verse ce mélange, qui est soumis à une nouvelle ébullition, et on filtre sur le papier; on obtient ainsi un liquide clair, d'aspect laiteux, qu'on laisse refroidir : en versant ce liquide dans un grand excès d'alcool à 90°, on obtient un précipité abondant : c'est la *matière glycogène*.

Fabriquée par les cellules hépatiques, la matière gly-

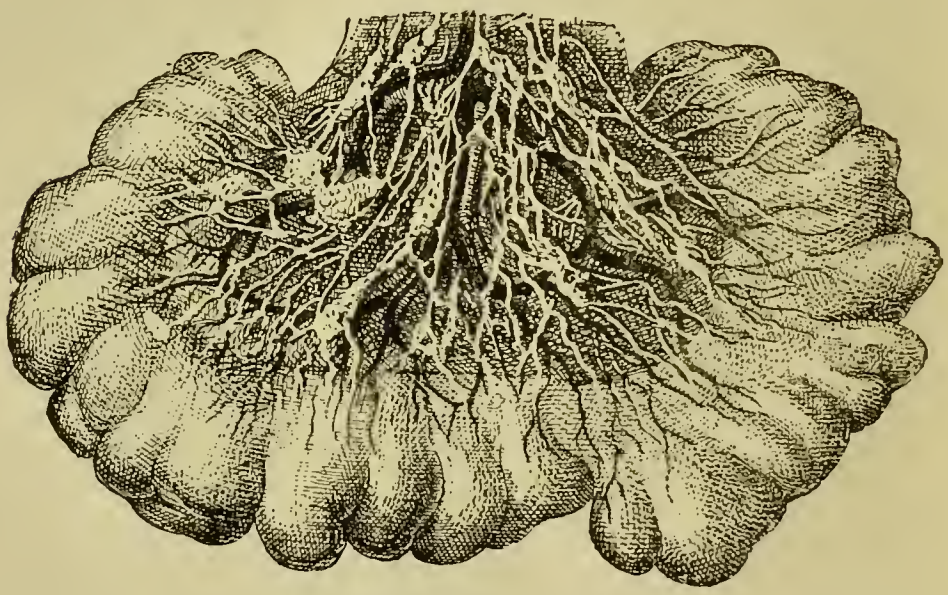

Fig. 56. — Longue anse d'intestin : chylifères et ganglions mésentériques.

cogène existe en grande quantité chez les moules, et c'est toujours avec ces mollusques que je la prépare. En soumettant les moules bien lavées à l'action de la chaleur, on obtient un liquide blanc qui précipite abondamment par l'alcool.

La matière glycogène est intermédiaire entre l'amidon ou la fécule et le glucose; elle est soluble dans l'eau, et sous l'influence d'un ferment qui existe dans le foie elle se convertit en glucose, de sorte que le sang qui circule dans les veines sus-hépatiques est plus riche en sucre que le sang de la veine porte qui pénètre dans le foie (Claude Bernard).

Lavage du foie. — Sur un foie détaché de lapin, et c'est une expérience de Claude Bernard que nous répétons souvent dans nos cours, nous fixons un tube de verre légèrement rétréci dans le tronc de la veine porte, et nous faisons circuler de l'eau froide dans ce vaisseau et dans toute la glande à l'aide d'un flacon de Mariotte et sous une pression constante; on obtient d'abord du sang, de l'eau colorée par le sang, et enfin de l'eau qui paraît pure; dans les échantillons du liquide recueillis, soumis à l'ébullition avec du sulfate de soude et filtrés sur papier, on trouve, avec la liqueur bleue de Barreswill ou de Fehling, les caractères du glucose par la précipitation de l'oxydule rouge de cuivre. Quand le liquide qui s'écoule ne contient plus de sucre, on arrête l'injection, et au bout d'une heure ou deux, en faisant circuler dans le foie un nouveau liquide, de l'eau salée à 7 pour 1,000, on obtient encore la réaction du glucose. C'est la matière glycogène contenue en réserve dans les cellules hépatiques qui s'est convertie en sucre (Claude Bernard).

Fig. 57. — Courte anse d'intestin : chylifères et ganglions.
cl, origine du canal thoracique; *vl*, vaisseaux lymphatiques.

Suc intestinal. — Expérience de Claude Bernard. — En injectant une solution de saccharose (sucre de canne ou de betterave) ne réduisant pas la liqueur bleue dans

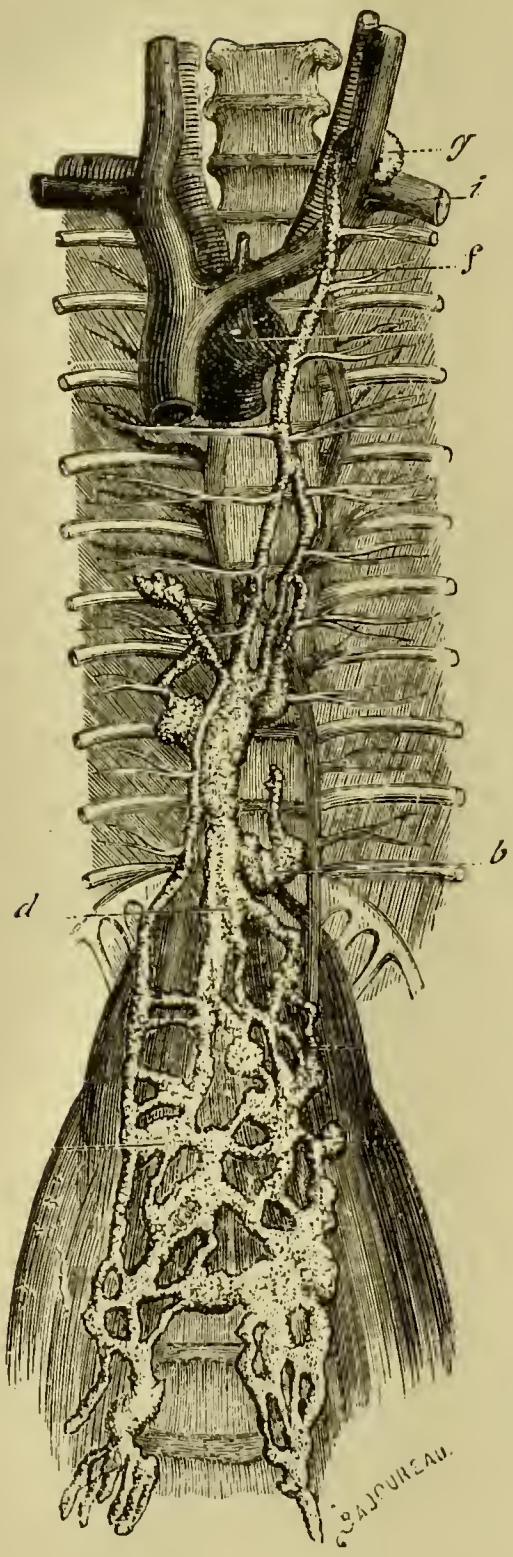

Fig. 58. — Lymphatiques et chylifères. *d*, citerne de Pecquet; *b*, *f*, *g*, canal thoracique aboutissant en *g* à la veine sous-clavière gauche.

l'intestin grêle d'un animal après la mort, on trouve après quelques heures que le liquide réduit la liqueur de Fehling. Cette expérience, due à Claude Bernard, démontre qu'il existe dans l'intestin un ferment qu'on appelle inversif, qui transforme la saccharose en un mélange de glucose et de lévulose.

La saccharose n'est pas le sucre alimentaire; en effet, si on l'injecte dans le sang, elle passe dans l'urine, tandis qu'une solution de glucose injectée dans le sang lorsqu'elle n'est pas trop abondante, ne passe pas dans l'urine, est brûlée dans les tissus, particulièrement dans les muscles, et engendre la chaleur et la puissance musculaire.

Absorption. — Tous les liquides sécrétés par les glandes que nous avons passées en revue et par les glandules microscopiques qui existent dans les parois de la muqueuse buccale, œsophagienne, stomacale, intestinale, contiennent des ferments dont les actions s'ajoutent pour dissoudre une bonne partie des ali-

ments, et l'absorption des parties liquides se fait soit par les veines, soit par les chylifères (fig. 56, 57, 58), qui conduisent le chyle blanc constitué surtout par des graisses ou huiles émulsionnées, ayant l'aspect du lait, dans la veine sous-clavière gauche.

Mais il y a une partie du contenu de l'appareil digestif qui reste non dissoute et qui doit être éliminée après qu'elle a parcouru l'intestin grêle et le gros intestin.

De nombreux accidents souvent mortels, surtout dans les pays chauds, peuvent être causés par la constipation, contre laquelle il faut lutter par une alimentation convenable, par l'usage de fruits (pruneaux) ou de légumes cuits et par des purgatifs légers dont il ne faut pas abuser.

L'usage des lavements, qui étaient si fréquemment employés du temps de Louis XIV, comme nous l'apprend notre immortel Molière, peut rendre aussi d'excellents services.

LIVRE IV

ALIMENTATION

CHAPITRE PREMIER

Observations préliminaires.

Voici une question capitale pour la conservation de la santé et de l'énergie intellectuelle et physique, qui sont indispensables dans la lutte pour la vie. Elle exigerait les plus grands développements, mais il m'est impossible de la traiter complètement. Je ne puis que l'esquisser, en recommandant des livres qu'il est facile de se procurer. Je citerai notamment : *Des Substances alimentaires et des moyens de les améliorer, de les conserver et d'en reconnaître les altérations,* par A. Payen, membre de l'Institut (Académie des sciences); librairie Hachette et Cie, 1854.

Pour me placer à un point de vue pratique, je parlerai seulement de quelques aliments qui me paraissent fondamentaux, et dont l'usage est général, reconnu excellent par une foule de générations humaines.

La variété dans l'alimentation est très utile. Nous avons à notre disposition : 1° des aliments quaternaires renfermant du carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'azote, tels que la chair musculaire, le lait, les œufs; 2° des aliments ternaires contenant du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène, tels que les graisses, les huiles, les sucres, l'amidon ou la fécule; 3° des boissons variées : le vin, le cidre, les bières, le café, le thé, etc.

Chacun doit rechercher et choisir ce qui lui convient

le mieux et la quantité d'aliments qui est nécessaire pour maintenir à l'âge adulte la constance du poids, et nous avons souvent l'occasion de répéter ces expériences; comme l'a écrit Franklin dans son *Almanach du bonhomme Richard,* il faut suivre ce conseil que j'aime à répéter : « Quand tu auras trouvé la quantité et la qualité qui te sont nécessaires, garde-les constamment. »

Le pot-au-feu. — « Le bouillon, dit Payen, constitue, lorsqu'il est bien préparé, l'un des aliments les plus salubres, capable de communiquer une saveur et un arome des plus agréables à diverses substances très peu sapides par elles-mêmes, telles que la fécule, le pain, les gruaux, les pâtes, le gluten, la fleur de riz ou riz en poudre, et de compléter ainsi leurs propriétés nutritives en y ajoutant d'ailleurs, outre son arome, des principes organiques azotés et des substances ou sels inorganiques nécessaires à l'alimentation. »

La recherche des principes immédiats contenus dans la décoction de viande a été faite par l'illustre chimiste Chevreul, et les résultats de ce travail ont été publiés dans un rapport fait à l'Académie des sciences; je ne puis en donner ici qu'un extrait, publié par Le Canu dans le *Journal de pharmacie :*

« 500 grammes de viande de bœuf privée d'os et autant que possible de tendons et de graisse ont été placés dans un litre et demi d'eau distillée.

« La température a été portée peu à peu à l'ébullition et soutenue à ce degré pendant cinq heures, en ayant soin de remplacer par de nouvelle eau celle qui s'évaporait.

« La décoction décantée et dégraissée avait une odeur de bouillon, une saveur douce et agréable, une couleur jaune légèrement orangée et une densité de 1,0045; elle contenait :

Eau et matières volatiles (traces).....	988,57
Matières organiques fixes séchées à 20° dans le vide.	12,70
A reporter....	1 001,27

Report....	1 001,27
Matières organiques solubles dans l'eau :	
Soude et potasse sans doute combinées avec un acide organique qui paraît être l'acide lactique..	2,90
Acide phosphorique . } combinés à la potasse et à la soude	
Acide sulfurique .... }	
Chlore combiné	
Matières inorganiques insolubles dans l'eau :	
Phosphate de magnésie	0,23
Phosphate de chaux..... }	0,10
Oxyde de fer..... }	
TOTAL.....	1 004,50

ou environ 12 p. 1,000 de matières organiques, et un peu plus de 3 p. 1,000 de matières inorganiques.

« Ces matières fixes, jointes à quelque peu de matières volatiles restées en dissolution, imprimaient au bouillon une odeur et une saveur caractéristiques.

« Les matières organiques fixes se composaient essentiellement, outre l'acide lactique et la gélatine, de cette autre matière azotée que M. Chevreul nomme albumine cuite;

« D'une matière de saveur douce et suave qui n'a point été examinée ;

« D'une matière nouvelle, que l'auteur désigne sous le nom de créatine, dérivée du grec κρέας, chair.

« Cette matière est remarquable par la limpidité de ses cristaux, qui affectent la forme de prismes droits rectangulaires. »

Influence du mode de cuisson de la viande de bœuf sur ses propriétés. — Que l'on place la viande dans l'eau froide dont on élèvera lentement la température jusqu'à l'ébullition, ou dans le liquide bouillant, et les résultats précédemment signalés se reproduiront encore eu égard à la nature des matières fixes et volatiles, mais non plus eu égard à leur proportion et à celle de la viande bouillie.

Ainsi on a pris deux morceaux de viande choisie et aussi semblables que possible ; l'un a été mis dans un

pot de terre avec un litre et demi d'eau distillée froide, qu'on a graduellement élevée à la température de l'ébullition et maintenue à cette température pendant cinq heures; l'autre a été plongé dans un litre et demi d'eau distillée bouillante, que l'on a fait également bouillir pendant cinq heures. Le goût du bouillon provenant de la viande jetée dans l'eau bouillante a été unanimement, et par dix personnes, jugé moins bon que celui du bouillon fait par le procédé ordinaire, qu'on avait d'ailleurs eu le soin d'amener au même degré de concentration; et il n'a fourni à l'analyse que 10/1 000 de matières organiques et 2/1 000 de sels fixes, tandis que l'autre a fourni 13/1 000 de matières organiques et 3/1 000 de sels fixes.

D'une autre part, les 500 grammes de viande chauffée lentement jusqu'à l'ébullition s'étaient réduits à 326 grammes de bouilli et à 3 gr. 25 de graisse qu'on en pouvait séparer, tandis que les 500 grammes de viande plongée dans l'eau bouillante avaient donné 375 grammes de bouilli retenant presque toute la graisse. C'est que l'albumine et la fibrine qui sont à l'extérieur, se durcissant immédiatement par la chaleur subite qu'elles éprouvent avant d'avoir pu se dissoudre, forment une sorte d'enduit qui s'oppose à la libre pénétration de l'eau dans l'intérieur de la viande.

Influence des diverses eaux sur les propriétés des légumes cuits. — On remarque entre les légumes cuits dans l'eau distillée, ou dans l'eau chargée de sel marin, de grandes différences sous le rapport de l'odeur, de la saveur et surtout de la tendreté. Cuits dans l'eau pure, ils sont infiniment moins sapides, infiniment moins odorants, à tel point, par exemple, que l'oignon cuit dans l'eau distillée est, pour ainsi dire, inodore et insipide, tandis que, cuit dans l'eau salée, il offre une saveur suave, un arome d'oignon très prononcé; de plus, il lui cède moins de matières solubles.

L'eau tenant 1/125 de son poids de chlorure de sodium, ou 8 grammes par litre, est donc beaucoup plus

propre que l'eau pure à la cuisson des légumes : et parce qu'en raison de l'affaiblissement qu'elle éprouve dans sa force dissolvante par l'addition du sel marin, elle leur enlève moins de parties solubles ;

Et parce qu'elle leur donne plus de tendreté, d'odeur et de saveur (Chevreul).

Dans la pratique, il faut, quand on fait préparer le pot-au-feu, veiller à ce que l'ébullition soit aussi lente que possible, en réglant les flammes du réchaud à gaz, ou la chaleur du foyer, car, comme l'indique Chevreul, une ébullition rapide et tumultueuse enlève tout l'arome.

Je ne puis trop m'élever contre ce préjugé bien répandu que le bœuf bouilli a perdu beaucoup de ses qualités nutritives : c'est une erreur; l'expérience faite tous les jours chez nos ouvriers démontre que la soupe et le bœuf sont des aliments de premier ordre et qu'il faut bien se garder d'abandonner une préparation culinaire dont l'usage est si répandu depuis des siècles. L'addition de légumes et de sel marin en quantité convenable est nécessaire. L'expérience montre qu'un abatis de volaille ajouté au pot-au-feu améliore beaucoup le bouillon.

CHAPITRE II

Le lait. — Analyse du lait.

Le lait. — Combien on doit souhaiter que les producteurs de lait, qui sont si nombreux dans notre beau pays de France, fournissent à l'alimentation des jeunes enfants et des hommes du lait pur non additionné d'eau, fourni par des vaches bien saines, bien soignées, bien nourries, placées dans de bonnes conditions hygiéniques !

Il faut que les fermiers et les cultivateurs soient convaincus que les animaux domestiques comme les hommes

doivent être alimentés convenablement et sans excès. Ainsi je vois dans nos prairies du nord de la France les bestiaux mis à l'engrais libres de manger autant qu'ils veulent; peut-être quelquefois ils mangent plus qu'il n'est nécessaire, arrivent à trop dilater la panse et les trois autres estomacs, ce qui rend la respiration et la circulation plus difficiles, par compression du diaphragme, et la digestion plus laborieuse. Aussi les cultivateurs normands, plus avisés, attachent aux cornes des ruminants, des cordes ou des chaînes d'une longueur déterminée, fixées dans le sol par des pieux en fer, qui limitent l'étendue du champ que les animaux doivent brouter.

Mais cela nécessite le travail d'ouvriers qui sont chargés de déplacer les animaux et de leur permettre à certains moments de se rendre à l'abreuvoir.

Le lait. — Le lait sécrété par les glandes mammaires des mammifères est un liquide blanc que tout le monde connaît et qui, dans les premiers mois qui suivent la naissance, suffit pour maintenir toutes les fonctions de l'organisme, pour conserver l'activité musculaire, pour produire la chaleur animale, et pour assurer l'accroissement de poids qui doit être constaté et soigneusement contrôlé.

Chez l'enfant en bas âge, tout arrêt dans cet accroissement doit fixer l'attention du médecin et de la mère de famille sur les troubles de la digestion ou de la nutrition.

Le lait est un aliment complet; on en fait une grande consommation, et beaucoup de personnes adultes qui présentent des accidents du côté des reins, par exemple une néphrite au début, caractérisée par des urines renfermant de l'albumine, sont soumises à un régime lacté exclusif et consomment au moins trois litres de lait par jour.

Il résulte des observations du regretté professeur Nocard et d'autres savants médecins vétérinaires, que les vaches ayant un bon appétit, pourvues d'une excellente alimentation et offrant tous les signes extérieurs d'une

bonne santé, peuvent, quand elles sont sacrifiées pour l'alimentation, présenter dans les poumons, dans les glandes mammaires ou dans d'autres viscères, des lésions tuberculeuses remplies de bacilles de Koch qui passent dans le lait et peuvent infecter par l'intestin les hommes ou les enfants qui se nourrissent de lait cru. Aussi c'est une loi à laquelle il faut obéir, *il faut toujours, dans les villes comme dans les campagnes, ne consommer que du lait ayant bouilli,* stérilisé par une ébullition qui doit durer plusieurs minutes et qui tue ou rend inoffensifs les bacilles de Koch.

On s'habitue parfaitement à l'usage du lait bouilli, quand on utilise des récipients convenables de porcelaine par exemple, dans lesquels le lait, placé sur un feu doux de gaz ou de charbon, ne prend jamais le mauvais goût de lait brûlé.

Quelques personnes fort délicates ne peuvent supporter le lait bouilli ou le digèrent mal, mais ce sont des cas exceptionnels.

Un des problèmes les plus importants pour l'alimentation artificielle des enfants, quand le lait maternel ou le lait d'une bonne nourrice leur manque, c'est de se procurer du bon lait, et on ne peut rendre trop d'hommage aux médecins dévoués qui, comme le docteur Léon Dufour, de Fécamp, et le docteur Variot, de Paris, ont organisé l'institution des gouttes de lait, qui a fait baisser de beaucoup le chiffre de la mortalité infantile et a rendu ainsi un grand service à notre pays.

Composition chimique du lait. — Le lait est rendu opaque par la présence d'une foule de corpuscules microscopiques. Ce sont les globules du lait formés par des vésicules sphériques réfractant fortement la lumière, d'une finesse extrême, et dont les plus volumineuses ne mesurent que $0^{mm},025$. Le docteur Bouchut (comptes rendus du 12 novembre 1877) a imaginé de compter les globules du lait à l'aide d'un appareil analogue à celui qui sert à la numération des globules du sang, et de détermi-

ner, d'après cette donnée, la richesse d'un lait en beurre. Il résulte d'un grand nombre d'observations qu'un lait d'une bonne nourrice renferme entre 800 000 et 1 million de globules par millimètre cube.

« Les substances contenues normalement dans le lait sont : l'eau, la caséine, l'albumine du sérum, le sucre de lait, les glycérides (corps gras des globules du lait), l'urée, des matières extractives, des sels inorganiques (chlorure de sodium, chlorure de potassium, phosphates alcalins, sulfates de chaux et de magnésie, carbonates alcalins [dans les cendres], traces de fer, de fluorures métalliques et de silice); parmi les gaz, l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote. » (Extrait de Gorup-Besanez, *Traité de chimie physiologique,* t. 1er.)

Analyse du lait. — L'analyse complète du lait est une opération délicate, qui demande toute la compétence du chimiste.

Toutefois, il n'est pas nécessaire de recourir à cette analyse dans tous ses détails pour avoir une idée très nette de la qualité d'un lait. Depuis quelques années, deux procédés simples et rapides permettent de répondre aux questions suivantes :

Le lait est-il mouillé?

Le lait est-il écrémé?

Le lait est-il à la fois mouillé et écrémé?

Le mouillage ou addition d'eau diminue la valeur nutritive du lait en abaissant la proportion des matériaux nutritifs totaux sous un volume déterminé.

L'écrémage prive le lait d'une partie de la matière grasse qu'il contient : le beurre. Mettre en évidence ces deux fraudes est en définitive déterminer la qualité du lait.

Détermination du mouillage. — Le principe de la méthode est le suivant : l'eau distillée soumise au refroidissement obtenu par un mélange réfrigérant (glace et sel marin) se congèle à 0°.

Le lait de vache pur, quelle que soit son origine, se

congèle à un point constant qui est un peu plus bas qu'un demi-degré au-dessous de zéro, exactement 0°,55.

Si le lait est mouillé, son point de congélation est compris entre 0° et — 0°,55 et s'éloigne de ce dernier chiffre pour se rapprocher du zéro, et cela d'autant plus que le lait est plus mouillé.

Des tables dressées à cet effet permettent de se rendre immédiatement compte du mouillage pour 100, dès que l'on a déterminé le point de congélation (Winter, Parmentier).

Détermination de l'écrémage. — La quantité de beurre d'un lait est déterminée rapidement par l'appareil de Gerber. La méthode consiste à traiter un volume déterminé de lait par de l'acide sulfurique concentré en présence d'une petite quantité d'alcool amylique; tout se dissout, sauf le beurre. Le beurre surnage au-dessus de l'acide sulfurique de plus forte densité, et, pour hâter la séparation des deux couches, on a recours à un petit appareil à centrifugation. Le beurre s'accumule alors dans un tube de faible diamètre qui donne une graduation indiquant la quantité de matière grasse pour 100 grammes de lait.

On compare le chiffre du mouillage à la quantité de beurre; si la proportion du mouillage est de 25 pour 100 par exemple, et si la quantité de beurre est la moitié du chiffre normal (35 à 40 gr. par litre), le lait est à la fois écrémé et mouillé (docteur M. Nicloux).

CHAPITRE III

Les légumes dans l'alimentation.

Avant de parler des légumes, qui jouent un rôle important dans l'alimentation, je dois citer une note sur la présence des micro-organismes dans les tissus végétaux,

par mon collègue de l'Académie de médecine, le docteur Galippe.

« On sait maintenant que les terrains cultivés renferment un grand nombre de microbes, et que ces derniers sont d'autant plus nombreux que la fumure a été plus intensive.

« 1° Les micro-organismes contenus dans le sol peuvent pénétrer dans les tissus des végétaux avec lesquels ils sont en contact, le mécanisme de cette pénétration restant à élucider.

« 2° Le nombre des micro-organismes contenus dans les végétaux (reconnus au microscope) semble varier avec la richesse en microbes des fumures employées.

« On sait déjà que le bacille typhogène peut traverser des couches épaisses de terrain sans perdre ses propriétés nocives, que les germes du charbon peuvent sommeiller dans le sol pendant de longues années et être rappelés ensuite à l'activité, quand ils rencontrent des conditions favorables. » (Extrait du *Journal des connaissances médicales* du professeur Cornil, année 1887.)

Il est donc prudent de faire cuire les légumes dans l'eau bouillante, avant de les introduire dans l'appareil digestif, afin de détruire tous les micro-organismes pathogènes à 100°.

J'ajouterai que l'eau qui a servi à la cuisson, qui renferme toujours du glucose en certaine quantité, c'est-à-dire le sucre alimentaire, doit être utilisée pour la préparation de potages maigres.

Les légumes, par l'ébullition, perdent de l'eau et des sels, en particulier des sels de potasse indispensables, puisque les globules sanguins en contiennent; mais il ne faut pas ingérer une trop grande quantité de potasse contenue dans l'oseille à l'état de bioxalate, car l'expérimentation sur les animaux, sur les grenouilles, montre que les sels de potasse injectés sous la peau, à une certaine dose, arrêtent le cœur, et les oxalates eux-mêmes sont toxiques.

Une expérience très simple que j'ai faite dans mon laboratoire a fourni des résultats intéressants. J'ai pris un chou-fleur entier pesant 675 grammes, et j'ai prélevé 100 grammes, que j'ai divisés et qui ont été jetés dans l'eau bouillante : après une demi-heure d'ébullition, j'ai obtenu avec la presse 450 centimètres cubes d'eau et 34 grammes de tourteau humide; ainsi les 100 grammes employés se sont réduits au tiers de leur poids.

Sur 450 centimètres cubes d'eau, j'ai pris 4 centimètres cubes et j'ai dosé par le procédé ordinaire le glucose, dont le poids a été trouvé égal à 21^{milligr},8, ce qui fait, pour 450 centimètres cubes d'eau, 2^{gr},45 de glucose, et pour le chou-fleur entier 16^{gr},5 de ce sucre alimentaire. Tous les légumes verts renferment également du glucose, et on peut consommer avec avantage des laitues cuites, comme faisaient les Romains, et des chicorées cuites sous toutes les formes que la culture a obtenues, les endives, la barbe-de-capucin, la chicorée frisée, etc.

Je ne puis passer en revue tous les légumes verts qui nous permettent d'apporter une grande variété dans le régime alimentaire, mais il me paraît utile de faire connaître un tableau dû au laborieux chimiste M. Balland, pharmacien principal de l'armée. Tous les résultats se rapportent à 100 grammes des légumes ou champignons.

	FONDS D'ARTICHAUT	POINTES D'ASPERGES VERTES	CAROTTES ROUGES	CHAMPIGNONS AGARICS COMESTIBLES	CHICORÉES ENDIVES	CHOUX DE MILAN	CHOUX-FLEURS	CROSNES DU JAPON	LAITUES ROMAINES
Eau	80,80	90,10	86,90	90,00	93,50	89,40	91,00	80,00	94,[illegible]
Matières azotées	3,68	3,38	1,19	4,50	0,92	3,00	2,57	2,80	1,[illegible]
— grasses	0,21	0,41	0,19	0,32	0,14	0,45	0,22	0,13	0,[illegible]
— extractives	13,07	4,72	9,50	3,68	4,56	4,60	4,30	15,12	2,[illegible]
Cellulose	1,27	0,58	0,76	0,72	0,55	1,18	0,71	0,78	0,[illegible]
Cendres	0,97	0,81	0,46	0,78	0,33	1,37	1,20	1,17	0,[illegible]
Totaux	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,[illegible]

Remarques. — Tous ces légumes renferment une forte proportion d'eau, qui est comprise entre 80 et 95 pour 100; mais ils contiennent des matières azotées qui sont des adjuvants précieux de la nutrition, peu de matières grasses, et des substances extractives en assez forte quantité, qui ont été dissoutes dans l'eau et qui renferment une proportion importante de glucose, dont l'introduction dans le tube digestif est toujours très utile, chez l'homme sain et même chez l'homme malade; d'après des observations récentes, l'usage même des pommes de terre doit être conseillé aux diabétiques en même temps qu'un exercice modéré qui favorise les combustions dont les muscles sont le siège principal.

CHAPITRE IV

Graines des plantes légumineuses.

« Les graines des légumineuses constituent des aliments plus riches en substances azotées et grasses que les céréales; et comme elles renferment d'ailleurs en proportions assez fortes de la substance amylacée (amidon ou fécule), des phosphates et autres sels minéraux, on peut dire qu'elles constituent un des aliments végétaux les plus complets. Parmi les graines alimentaires de cette famille en usage pour la nourriture de l'homme, les fèves et les féveroles sont des plus utiles et des plus économiques, car elles se trouvent généralement au plus bas prix dans le commerce. » (Payen, *des Substances alimentaires.*)

Avant de faire cuire les légumes secs, il est bon de les examiner pour enlever les pierres qu'ils peuvent contenir et qui pourraient briser les dents, puis de les faire tremper dans l'eau froide ou tiède pendant plusieurs heures. On introduit les graines dans le récipient contenant

de l'eau froide que l'on a additionnée d'abord d'une cuillerée à potage par litre d'une solution de sel de soude (de Solvay), qui a pour but de précipiter le carbonate de chaux que beaucoup d'eaux renferment en certaine proportion, ce qui les rend impropres à la cuisson des légumes, qui restent durs : on décante l'eau débarrassée du sel calcaire, et dans cette eau, après une assez longue ébullition, les légumes deviennent tendres.

	FÈVES ORDINAIRES	HARICOTS BLANCS ORDINAIRES	POIS SECS	LENTILLES	
Amidon, dextrine et matière sucrée	51,5	55,7	58,7	56	
Substances azotées (légumine, etc.)	24,4	25,5	23,8	25,2	
Matières grasses	1,5	2,8	2,1	2,6	
Cellulose	3,	2,9	3,5	2,4	
Sels minéraux	3,6	3,2	2,1	2,3	
Eau	16,	9,9	9,8	11,5	
TOTAUX	100,0	100,0	100,0	100,0	D'après Payen.

Les enveloppes des légumes sont insolubles dans nos sucs digestifs; il paraît (c'est l'opinion de plusieurs physiologistes) que par leur présence dans le tube digestif ces téguments des graines excitent les glandes et les fibres musculaires lisses qui font progresser les aliments, jusqu'à l'élimination au dehors des matières qui sont devenues excrémentitielles; cependant il me paraît utile d'introduire quelquefois dans l'alimentation des purées de légumineuses, dont la préparation facile exige cependant quelques manipulations.

Je prends comme exemple la préparation d'une purée de lentilles : les graines, cuites convenablement par une longue ébullition, sont séparées du liquide à l'aide d'une

grande passoire dont les trous ont 2 millimètres environ de diamètre; toutes les lentilles sont introduites dans la machine à hacher, originaire des Etats-Unis d'Amérique, dont l'usage se répand de plus en plus. On tourne avec une manivelle l'axe d'une vis d'Archimède qui force les graines à passer sur des couteaux qui les broient contre des arêtes métalliques : la pulpe est reçue dans un plat, et, quand elle est obtenue tout entière, on la verse dans la passoire immergée dans l'eau qui a servi à la cuisson; avec un tampon de bois ou de métal, on force les grains d'amidon à traverser les ouvertures de la passoire, et les téguments des graines, formés surtout de cellulose, restent sur la passoire, tandis que la purée se dépose au fond du liquide; la purée convenablement accommodée est facile à digérer et constitue un excellent aliment.

CHAPITRE V

Les boissons.

Le vin. — Les vins obtenus par la fermentation du jus du raisin constituent une des plus grandes richesses de la France : malgré toutes les maladies qui attaquent la vigne, malgré le phylloxera qui a fait tant de ravages, les soins continus donnés à la vigne, la régénération de nos vignobles, assurent une production de vin égale ou supérieure à la consommation. Nos parents, nos aïeux, ont employé le vin comme boisson, et nous conservons leurs habitudes; le vin, dit l'Ecriture, réjouit le cœur de l'homme; il contribue à nous maintenir en bonne santé et en bonne humeur, mais il faut le consommer en quantité modérée, et je conseillerai toujours un rationnement exact. Nous reviendrons sur cette question.

D'après Payen, les substances suivantes font partie

des fruits de la vigne et se retrouvent dans le vin, sauf quelques exceptions et quelques transformations que nous indiquerons plus loin.

Eau, cellulose ou tissu organique, acide pectique, tanin, albumine, plusieurs matières colorantes, une substance colorable à l'air, des matières grasses, des pectates de chaux, de potasse, de soude; du bitartrate de potasse, des tartrates de chaux et d'alumine, du sulfate de potasse, des chlorures de potassium et de sodium, du phosphate de chaux, de l'oxyde de fer, de la silice; le jus du raisin renferme, en outre, du glucose. Par suite des opérations de pressurage et de fermentation, la cellulose est éliminée, ainsi qu'une partie de l'acide pectique, du tanin qui s'unit avec l'albumine, du pectate et du phosphate de chaux et de la silice (Payen). Par suite de l'action des ferments qui se trouvent sur les grains ou sur les grappes, le glucose (sucre de raisin) se transforme en alcool qui reste dans le vin, et en acide carbonique qui se dégage en grande partie; il se produit, en outre, des éthers qui donnent aux divers vins des aromes différents (appelés bouquet), que les dégustateurs reconnaissent parfaitement. La fermentation marche très vite au moment des vendanges; après le foulage du raisin dans une cuve, et après l'action de la presse, le jus sucré ou moût contient déjà, au bout de 24 heures, 7 pour 100 d'alcool. Il faut se défier de l'acide carbonique dégagé par les cuves, qui, s'accumulant dans les celliers, a déterminé souvent chez l'homme des accidents mortels; il faut établir une ventilation active, un renouvellement d'air par des fenêtres opposées ou par un ventilateur qui chasse au dehors ce gaz, qui devient toxique lorsqu'il atteint dans l'air une forte proportion égale ou supérieure à 40 pour 100.

Dosage de l'alcool dans le vin. — Avec l'alambic de Salleron, on peut en une demi-heure environ distiller le vin et y doser l'alcool. Les nombres que l'on obtient sont très variables : les vins de liqueur contiennent de 17 à 23 centièmes en volume d'alcool pur; la plupart des vins

de Bordeaux et du Lyonnais en contiennent de 13 à 16 pour 100. Dans la Gironde, dans la Haute-Garonne, dans les Pyrénées-Orientales, on trouve des vins qui ne donnent que de 8 à 13 centièmes d'alcool. Les vins de la Côte-d'Or (Bourgogne) contiennent de 11 à 12 pour 100, quelques-uns 9 ou 10.

Le champagne mousseux contient de 9 à 11 pour 100.

Les vins d'Orléans et de Blois contiennent de 7 à 9 centièmes d'alcool pur.

Je regarde comme très utile de faire distiller 40 centimètres cubes du vin que l'on consomme habituellement, qui suffisent pour obtenir un bon dosage de l'alcool; cette opération pourrait être faite par les pharmaciens. Il est très facile alors de calculer, d'après la proportion d'alcool, le volume de vin que l'on peut se permettre à chaque repas.

L'expérience prouve que si l'on boit trop de vin dans un dîner, si surtout on consomme des vins de divers crus, la proportion d'alcool dans le sang devient trop grande, le sommeil est agité, c'est un des premiers signes de l'ivresse. Je ne puis trop recommander l'usage modéré de bon vin, qu'il faut tâcher de se procurer, tandis qu'il existe malheureusement dans le commerce des vins frelatés de toutes manières, dont l'usage peut être très préjudiciable à la santé.

Falsification des vins. — « Un volume entier serait insuffisant pour décrire toutes les falsifications dont les vins ont été l'objet; mais, à mesure que les moyens analytiques se sont perfectionnés et que la sollicitude de l'administration sur ce point est devenue plus active, un plus grand nombre de ces fraudes ont cessé : on ne rencontre plus guère de vins *adoucis* par la litharge, et dans lesquels il était si facile de reconnaître la présence du plomb. Il suffit souvent d'y ajouter quelques gouttes d'acide sulfhydrique pour y produire une coloration brune ou même un précipité noir. » (Payen.)

Le même auteur indique que le séjour pendant deux

heures de deux litres de vin blanc ordinaire dans un vase de zinc avait suffi pour dissoudre 2gr,22 centigrammes d'oxyde de zinc dans ce liquide. En buvant ce vin, des ouvriers furent tous malades : il faut donc conserver le vin dans des tonneaux de bois ou dans des bouteilles.

La bière. — La bière, que chacun connaît sous ce nom, est un liquide légèrement alcoolique offrant une odeur aromatique. Sa saveur participe de ces deux propriétés à la fois; elle est, en outre, mucilagineuse, douce, et développe une amertume prononcée, à laquelle se joint presque toujours la sensation aigrelette et piquante due à l'acide carbonique.

C'est surtout dans le nord de la France, en Angleterre et dans les diverses contrées septentrionales qui ne produisent pas de vin et qui récoltent peu de fruits à cidre, que la bière constitue la boisson principale (Payen). Les matières premières de la fabrication de la bière sont l'eau, l'orge, le houblon, la levure et l'ichthyocolle (colle de poisson)...

C'est en humectant et en faisant germer l'orge que l'on développe un ferment, la diastase, capable de transformer l'amidon en dextrine et en sucre (glucose); cette transformation a lieu lorsque l'orge germée (*malt*) est délayée dans trois ou quatre fois son poids d'eau, et que le mélange échauffé est maintenu pendant 2 ou 3 heures à 75° du thermomètre centigrade.

Le houblon donne au moût ou liquide sucré extrait de l'orge l'odeur aromatique et la saveur amère à l'aide de la décoction qu'on lui fait subir à 100° environ. (La bière est donc stérilisée par sa préparation.)

La levure est ajoutée au liquide provenant de cette décoction et refroidi dans de grandes cuves à la température de 18° à 22°, afin de déterminer une fermentation alcoolique plus ou moins active.

L'ichthyocolle, ou colle de poisson, est ajoutée à la bière lorsque celle-ci, mise en tonneaux ou en petits barils, a été transportée au lieu où le soutirage doit se faire.

Il ne faut que 5 grammes environ de colle de poisson sèche préalablement divisée dans l'eau, puis étendue avec 200 centimètres cubes de vin blanc, pour clarifier 100 litres de bière ordinaire (Payen).

COMPOSITION D'UN LITRE DE BIÈRE ANALOGUE A CELLE DITE DE STRASBOURG

Eau	906,5
Alcool	45
Dextrine, glucose et substances congénères	41,40
Substances azotées	5,26
Sels minéraux	1,84
Principe amer, essence aromatique	Quantité indéterminée.
TOTAL	1000,00

Le contenu en alcool des diverses bières est très différent, et il me paraît essentiel de connaître la proportion de l'alcool dans la bière que l'on consomme habituellement.

BIÈRES ANGLAISES	Ale	Burton		8,2
		Edimbourg		5,7
	Porter; Londres		De 3,9 à	4,5
	Petite bière			1,2
BIÈRES DE FRANCE	Strasbourg		De 2,5 à	4,5
	Lille		2,9	3,5
	Paris	Double	2,5	3
		—	1	1,1

Il m'est arrivé une fois de doser l'alcool dans une bière fabriquée en Belgique par les trappistes de Forges, près Chimay, et j'ai été très surpris d'y trouver 10 p. 100 d'alcool, ce qui rend cette bière dangereuse et capable de produire l'ivresse; en outre, cette boisson produit une activité tellement grande de l'excrétion par les reins, qu'elle devient inquiétante, même chez les personnes qui jouissent d'une bonne santé. Dans le cas où l'activité des reins viendrait à diminuer, une dose modérée de cette boisson serait peut-être utile comme médicament. Quand il s'agit de doser l'alcool dans un liquide comme la bière, qui est très mousseuse, il faut employer un ballon de

près d'un litre et utiliser l'appareil de Schlœsing, qui est si connu.

La bière, outre l'eau et l'alcool qu'elle renferme, contient environ 48 grammes par litre de substances azotées et ternaires. D'après Payen, on peut attribuer à ces 48 grammes de substance solide des propriétés nutritives semblables à celles d'un poids égal de 48 grammes de pain.

Modération dans l'usage de la bière. — Il est complètement inutile et nuisible d'introduire dans notre organisme une quantité de liquides trop considérable, comme font certains hommes qui consomment par jour plusieurs litres de bière. Cela donne à nos organes digestifs un trop grand travail pour l'absorption et pour la circulation, aux reins un trop grand travail pour l'excrétion.

Il y a longtemps que les grands buveurs alternent les bocks ou chopes de bière avec des petits verres de genièvre, liqueur alcoolique qui active l'élimination par les reins.

Ces procédés sont artificiels et conduisent souvent soit à des lésions du cœur et des vaisseaux, soit à des lésions rénales qui abrègent la durée de la vie. Il faut donc se modérer et en revenir toujours aux bons conseils donnés par Franklin : il faut se rationner, et en dehors des repas il est sage de ne pas se livrer à des excès de boisson. Une trop grande abondance de liquides introduite dans l'organisme présente encore un autre danger : c'est l'augmentation de la pression dans les vaisseaux, ou *hypertension,* qui peut causer des congestions ou des ruptures de vaisseaux, par exemple des hémorragies cérébrales, d'où résultent des paralysies incurables.

Le cidre. — On connaît deux sortes de cidre bien distinctes : le cidre de pommes et le cidre de poires ou poiré. Chacune de ces sortes comprend un grand nombre de variétés dépendantes de la nature des fruits, de leur maturité, de la préparation des cidres, des accidents de la fabrication et de la durée de la fermentation.

En 1854, on produisait annuellement, dans les anciennes provinces de Normandie et de Picardie, environ quatre millions d'hectolitres de cidre de pommes et huit cent soixante mille hectolitres de poiré (Payen). L'expérience prouve que le cidre est meilleur lorsqu'il a été obtenu avec des pommes de diverses variétés et bien mûres. Pour préparer le cidre, on broie les fruits entre des cylindres en fonte ou sous des meules verticales en pierre roulant dans une auge circulaire.

La pulpe broyée est soumise à la presse. Lorsqu'on veut obtenir un cidre de pommes plus ou moins coloré, la pulpe de ces fruits est laissée en tas à l'air pendant dix, douze et même vingt-quatre heures; il se produit une coloration d'un brun rougeâtre qui se transmet au liquide exprimé par la presse.

On rebroie le marc en y ajoutant moitié de son poids d'eau afin d'obtenir une nouvelle quantité de jus. Les jus, versés dans des cuves ou dans des tonnes de bois, fermentent, et le glucose se convertit en alcool et acide carbonique, mais la fermentation est lente, et le cidre reste souvent sucré et doux pendant longtemps.

La fermentation continuant, le cidre devient moins sucré, plus alcoolique et plus acide. C'est le moment où les habitants des campagnes préfèrent le boire, parce qu'il est plus fort, qu'il rafraîchit mieux; ils le nomment *cidre paré,* c'est-à-dire prêt à être bu (Payen).

Le cidre doux mis en bouteille devient mousseux comme du vin de champagne : c'est une boisson très agréable, mais il faut que les bouchons soient maintenus par des fils de fer pour résister à une forte pression causée par l'acide carbonique. Le cidre de pommes contient moins d'alcool que le poiré, qui renferme parfois autant d'alcool que le vin blanc et qui peut par conséquent produire facilement l'ivresse.

Café. — Le café est fourni par le fruit du caféier (*Coffea Arabica*), de la famille des rubiacées.

L'arbre qui porte ces fruits pourrait atteindre 7 ou 8

mètres de hauteur, si l'on ne préférait l'étêter quand il a $1^m,50$ ou 2 mètres, dans la vue de faciliter la récolte.

Il est originaire de l'Arabie, des environs de la ville de Moka. Les meilleurs produits viennent des belles plantations situées au sud de l'Arabie. Le caféier est cultivé depuis cent cinquante ans en Amérique, dans les Antilles, dans la Guyane et à l'île Bourbon, d'où nous viennent la plus grande partie de nos importations.

Le fruit du caféier ressemble à une cerise; sa couleur rouge et une saveur douce aigrelette annonce sa maturité; on sépare les graines de la pulpe charnue qui les renferme.

La composition du café est complexe.

J'emprunte au volume que j'ai déjà cité, l'*Alimentation et les Régimes,* du professeur A. Gautier, un tableau donnant la composition du café torréfié, d'après Kœnig :

Eau	1,15
Substances azotées	13,98
Caféine	1,24
Matières grasses	14,48
Gommes et sucres	0,66
Acide cafétannique	43,85
Cellulose	19,89
Matières minérales	4,75
TOTAL	100,00

Le café doit être torréfié, c'est-à-dire chauffé à une certaine température dans un cylindre métallique que l'on fait tourner au-dessus d'un réchaud à gaz ou d'un foyer quelconque.

Je crois qu'il vaut mieux acheter le café torréfié, qui doit avoir une teinte roux-marron, que d'essayer de le torréfier soi-même, car on pourrait dépasser l'action de la chaleur, ou détruire une partie des principes utiles que contient le café, ou obtenir une torréfaction inégale. Après l'avoir pulvérisé dans un moulin spécial, on verse sur le café en poudre de l'eau bouillante dans la proportion de 100 à 120 grammes de café pour un litre d'eau; on

peut dissoudre 25 grammes de substance dans l'infusion.

Dans la pratique, je trouve plus commode d'employer une cafetière à déversement, qui épuise complètement le café et qui ne demande que le règlement d'une couronne de becs de gaz : ce petit appareil présente un diaphragme percé de trous très fins traversé par un tube par lequel l'eau bouillante pénètre sous la pression de la vapeur et vient se déverser sur le café ; il est bon de fermer le bec de la cafetière par un bouchon de liège, pour éviter la perte d'une partie de l'infusion.

L'expérience de chaque jour nous apprend que, tout différent des boissons fortement alcooliques et des vapeurs narcotiques qui enivrent et engourdissent les sens, le café procure, par son parfum exquis, les plus agréables sensations, tout en excitant les facultés de l'intelligence au lieu de les assoupir (Payen).

Thé. — C'est encore un des produits végétaux alimentaires les plus remarquables par la suavité de son arome ; il occasionne une grande consommation de sucre et peut communiquer à d'autres substances plus nutritives, notamment au lait et au pain, un agréable parfum qui provoque l'appétit et stimule l'énergie vitale ainsi que les facultés intellectuelles.

On attribue, non sans quelque raison, à l'usage du thé la résistance aux effluves insalubres et aux fièvres paludéennes qui se remarque dans certaines contrées de la Chine.

Etabli de temps immémorial en Chine et au Japon, l'usage du thé s'est de là répandu dans l'Inde, l'Arabie, la Tartarie et la Perse ; il ne s'est introduit en Europe que vers le milieu du XVIIe siècle. La consommation du thé est beaucoup plus importante en Angleterre qu'en France. Le thé est un arbuste de la famille des Aurantiacées, dont la hauteur varie de 1^m,30 à 8 mètres et même à 10 mètres. Ses feuilles alternes sont longues de 6 à 10 centimètres, larges de 25 à 30 millimètres. Elles offrent des glandes contenant une huile essentielle.

COMPOSITION DU THÉ[1]

Eau	9,50
Substances azotées	24,50
Théine	3,58
Huile essentielle	0,68
Résines, chlorophylle, graisses	6,39
Gomme et dextrine	6,45
Tanins	15,65
Pectines	16,02
Cellulose	11,58
Cendres	5,65
TOTAL	100,00

Infusion. — Le thé se prépare au moment de le prendre, en l'arrosant d'abord avec un peu d'eau bouillante que l'on décante presque aussitôt, de façon à opérer un lavage superficiel des feuilles ; on verse alors la totalité de l'eau, puis on laisse infuser quelques minutes avant de servir.

On emploie environ 20 grammes de thé pour un litre d'eau bouillante. Dans les mêmes conditions, le thé noir donne à cette infusion (6 tasses environ) 6 grammes de matières dissoutes, tandis que le thé sou-chang ne donne que 4gr,55.

Les premières parties de l'infusion sont plus aromatiques, moins colorées et moins astringentes que celles obtenues après une macération plus longue, de dix à vingt minutes, par exemple. Pour atténuer l'excitation que le thé peut produire, il est bon d'ajouter dans la théière une feuille d'oranger et quelques feuilles de tilleul.

Le thé pris à la fin des repas du soir stérilise la cavité buccale, l'œsophage et les voies digestives.

Dans une conversation avec un médecin de la marine qui fit un séjour en Chine, j'ai appris que les Chinois préparent une infusion de thé et la conservent; d'autre part,

1. J. Kœnig, cité par le professeur A. Gautier, *l'Alimentation et les Régimes*, 2e édition.

ils ont fait bouillir de l'eau qui est ainsi stérilisée, et pendant leur repas ils ajoutent à l'eau bouillie et refroidie une petite portion d'infusion de thé, et ce mélange constitue leur boisson exclusive.

CHAPITRE VI

De l'eau.

L'eau joue un rôle considérable dans l'alimentation, et toutes les municipalités de France, et en tête la ville de Paris, font de grands efforts pour procurer aux habitants de l'eau saine et abondante.

Les eaux de source, des ruisseaux, des rivières, des fleuves et l'eau de pluie recueillie dans des citernes, diffèrent de composition, et les travaux des chimistes sont très nombreux et ont permis de reconnaître cette composition, qui a été rapportée par Henri Sainte-Claire Deville, l'éminent professeur de la Sorbonne, à 100 litres d'eau : je me contenterai de donner la composition de l'eau de Seine.

Silice	2,44
Alumine	0,05
Oxyde de fer	0,25
Carbonate de chaux	16,55
Carbonate de magnésie	0,27
Sulfate de chaux	2,69
Chlorure de sodium	1,23
Sulfate de potasse	0,50
Azotate de soude	0,94
Azotate de magnésie	0,52
TOTAL	25,44

Soit 25gr,44 de résidu solide dans 100 litres d'eau.

Les eaux de sources qui ont traversé des couches plus

ou moins épaisses du sol et qui proviennent des pluies, sont souvent plus chargées de matières minérales que l'eau des rivières et des fleuves, qui proviennent toujours d'une foule de sources différentes, et aussi de la fusion des neiges pour certains fleuves. Les eaux de puits sont plus chargées encore, et à Paris les puits sont rares, parce que l'eau qu'ils renferment est *séléniteuse,* contenant du sulfate de chaux en solution. Ces eaux ont une saveur désagréable, elles ne dissolvent pas le savon et le décomposent en savon calcaire insoluble; elles ne cuisent pas les légumes secs (haricots, fèves, pois, lentilles); on peut dire que l'eau des puits de Paris n'est bonne que pour le lavage des rues. Certaines eaux, comme l'eau d'Arcueil, renferment du carbonate de chaux dissous à la faveur d'un excès d'acide carbonique; elles se troublent par l'ébullition.

Dans certains pays on ne boit que l'eau de citerne provenant de la pluie qui tombe sur les toits des maisons, recueillie dans des réservoirs en maçonnerie de plus ou moins grande dimension; cette eau, qui entraîne les poussières et les détritus qui peuvent être amenés sur les toits, est assez fade; elle renferme quelquefois des petits crustacés d'eaux douces, les daphnies et les cyclopes, qui nagent dans les carafes. Cela exige une filtration, soit dans des fontaines pourvues d'une paroi de pierre tendre et poreuse, soit dans des filtres Chamberland.

Quel soin nous devons prendre pour conserver les bonnes eaux de sources, qui doivent être limpides, sans odeurs, incolores, exemptes de saveur fade et salée; elles sont aérées, dissolvent le savon sans précipité et cuisent bien les légumes secs.

Lorsque j'habitais avec mes parents la ville de Chauny (Aisne), que j'aime beaucoup et qui m'a été si favorable, au temps de ma jeunesse, nous allions, mon père et moi, chercher à quelque distance de l'eau d'une source dite du Réculi, qui jouissait d'une réputation séculaire et qui était recommandée par les médecins aux personnes ayant

les digestions difficiles. Quelle ne fut pas ma déception, longtemps après, il y a quelques années, en retrouvant cette source! Elle était toujours limpide, mais au-dessous d'elle, à un mètre en contre-bas, on avait installé un lavoir où l'on venait laver tout le linge du village voisin (Ognes); en outre, des maisons du village occupées par des cultivateurs avaient été construites à quelques mètres au-dessus de la source; de là venaient des infiltrations pouvant corrompre une eau aussi pure. Où sont les nymphes qui présidaient à la conservation des fontaines?

Il aurait fallu interdire la construction de ces maisons et installer le lavoir à 50 mètres en contre-bas de la source en conduisant par un tuyau l'eau du trop-plein; la disposition du terrain permettait de le faire à peu de frais.

L'origine hydrique de la fièvre typhoïde est bien établie grâce aux travaux de mon savant et regretté collègue le professeur Brouardel; je ne citerai qu'un cas célèbre, bien démonstratif. Il y a plusieurs années, un homme atteint de la fièvre typhoïde a été envoyé dans sa famille à Pierrefonds, près de Compiègne. Le linge du malade fut lavé dans un ruisseau dont l'eau servait à l'alimentation des habitants, et plusieurs cas mortels de fièvre typhoïde se présentèrent dans la famille d'un savant, qui habitait la commune de Pierrefonds; il perdit trois enfants et deux domestiques. Quand il existe des cas de fièvre typhoïde dans une ville ou dans une commune, ou quand cette maladie y est endémique, il me paraît indispensable de faire bouillir l'eau qui doit servir à la boisson : c'est l'avis des médecins et des bactériologistes.

Je conseille de faire bouillir l'eau dans un grand récipient qui en renferme plusieurs litres, d'additionner l'eau en ébullition avec quelques centimètres cubes d'une solution d'acide citrique ou de jus de citron qui redissout le carbonate de chaux utile pour fournir aux os un de leurs éléments essentiels, et de conserver l'eau dans de grands récipients en grès à col étroit, fermés par un bon bouchon de liège stérilisé d'abord dans l'eau bouillante.

L'eau ainsi préparée avec de l'air laissé au-dessus est refroidie et utilisée le lendemain, après une agitation assez longue nécessaire pour dissoudre l'air dans l'eau. Mais l'estomac de certaines personnes ne peut supporter l'eau bouillie : on peut alors augmenter la proportion d'eau des potages, ajouter au café ou au thé, comme font les Chinois, de l'eau bouillante, se contenter comme boisson de bière stérilisée ou d'une petite ration de vin pur, ou employer des eaux minérales authentiques, etc.

Distillation. — La marine française a résolument adopté la distillation de l'eau de mer, et rendu son usage réglementaire sur les bâtiments de combat. Tous les hygiénistes louent le procédé : le seul reproche qu'on puisse lui faire, c'est de fournir une eau trop pure, puisqu'elle est privée de ses sels, inconvénient qui n'est pas bien sérieux. L'eau distillée est la plus saine des eaux, comme le prouve la navigation sur les navires qui ne possèdent pas d'autre eau potable (docteur Pierre Couteaud, médecin en chef de la marine, et docteur Henry Girard, médecin principal de la marine, *l'Hygiène dans la marine de guerre moderne.*)

S'il est bon de stériliser l'eau et les aliments dans nos pays tempérés, il est encore plus indispensable de le faire dans les pays chauds, dans nos colonies par exemple; les eaux qui paraissent les plus limpides, les plus cristallines et les meilleures en apparence, peuvent renfermer les bacilles ou les germes du choléra, de la dysenterie, de la cochinchinite, de la fièvre typhoïde, du tétanos, etc. Le regretté docteur Le Roy de Méricourt, membre associé libre de l'Académie de médecine de 1874 à 1901, m'a communiqué l'observation suivante : « J'ai rencontré en Cochinchine deux soldats d'infanterie de marine qui buvaient l'eau d'un marigot (petit marais). « Vous, leur dis-je, vous entrerez tous deux demain à « l'hôpital. » La prédiction se réalisa, et les deux soldats furent soignés à l'hôpital et soumis à un long traitement qui fut suivi de guérison. » Il faut donc imiter les Chinois

ou les Annamites, et ne consommer comme boisson que du thé ou du café léger; les infusions même chaudes désaltèrent. Il est utile de préparer à l'avance ces infusions le matin avant de se mettre en voyage, afin de pouvoir les employer aussitôt qu'on éprouve la sensation de la soif.

L'alcool.

La première condition à remplir avant d'étudier une substance et son action physiologique, c'est d'établir des procédés exacts permettant de l'isoler et de la doser dans le sang et dans les tissus de l'organisme; aussi j'ai demandé à mon élève et préparateur le docteur Nicloux de chercher un bon procédé de dosage de l'alcool. Il a été assez heureux pour réussir.

Dosage chimique de petites quantités d'alcool : procédé de Nicloux. — Si, dans une solution très diluée d'alcool, de teneur inférieure à 2 centimètres cubes pour 1,000, on verse du bichromate de potasse en solution étendue et de l'acide sulfurique, l'alcool est oxydé, le bichromate est réduit et passe à l'état de sulfate de sesquioxyde de chrome, cela proportionnellement à la quantité d'alcool contenu dans la solution. Si la quantité de bichromate est insuffisante ou, ce qui revient au même, si l'alcool est en excès, la teinte est vert-bleu, couleur du sulfate de sesquioxyde de chrome étendu. Si, au contraire, ce même bichromate est en très petit excès (une ou deux gouttes), la teinte passe au vert-jaune. D'où la possibilité du dosage, grâce au virage du vert-bleu au vert-jaune.

Je ne puis donner ici tous les détails de ce procédé, que l'on trouvera décrit dans la thèse intitulée : *Recherches expérimentales sur l'élimination de l'alcool dans l'organisme; détermination d'un alcoolisme congénital,* par le docteur Maurice Nicloux.

Appareil distillatoire du professeur Gréhant. — Dans un grand nombre d'expériences faites sur des chiens et des lapins, j'ai injecté de l'alcool absolu étendu à 10 pour

100, soit dans le sang veineux, soit dans l'estomac à l'aide

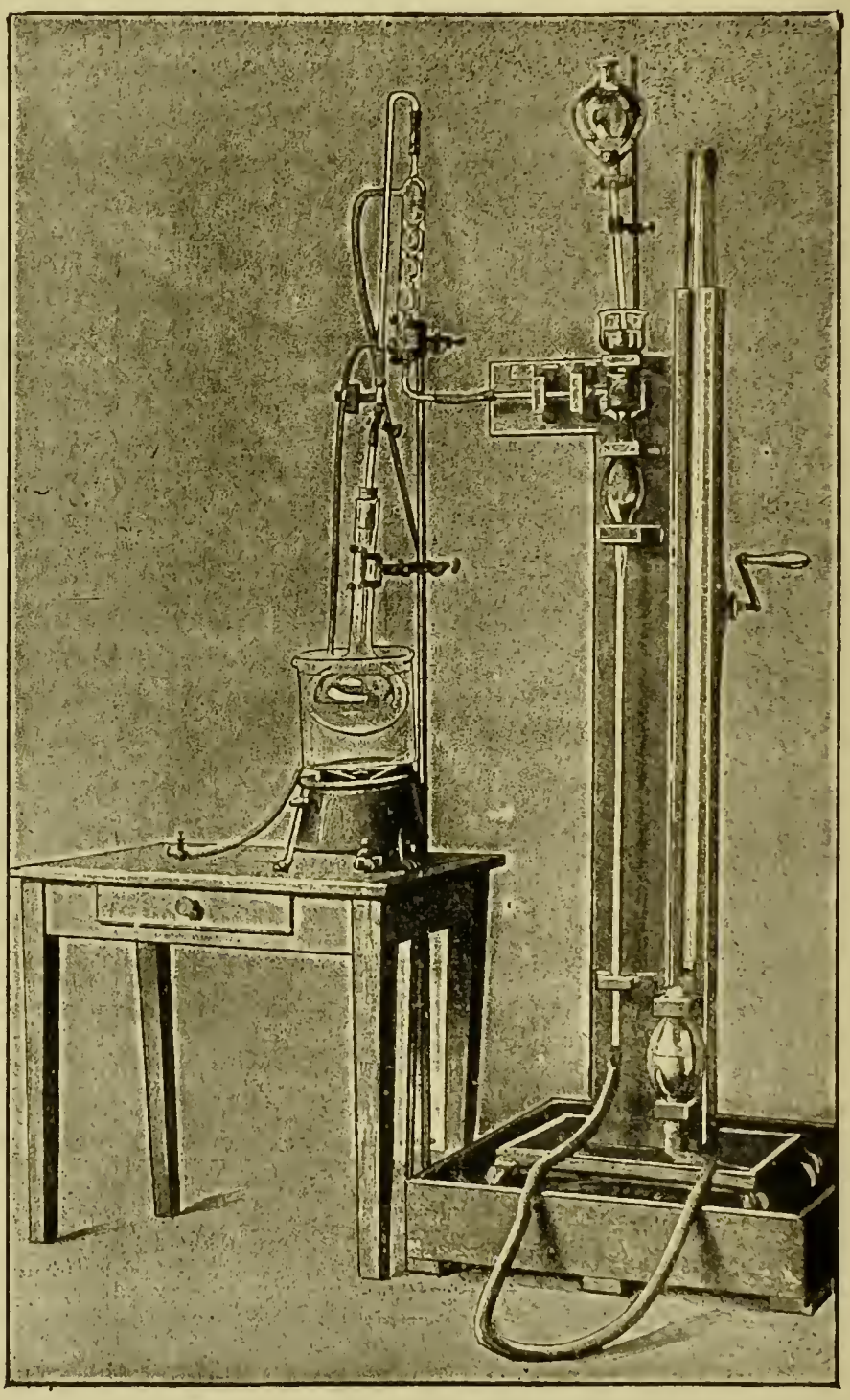

Fig. 59. — Appareil distillatoire du professeur Gréhant : ballon récipient, réfrigérant d'Allihn, pompe à mercure.

d'une sonde œsophagienne de caoutchouc. Si l'on intro-

duit de l'alcool à 10 pour 100 dans l'estomac d'un chien, par exemple 5 centimètres cubes d'alcool absolu par kilo-

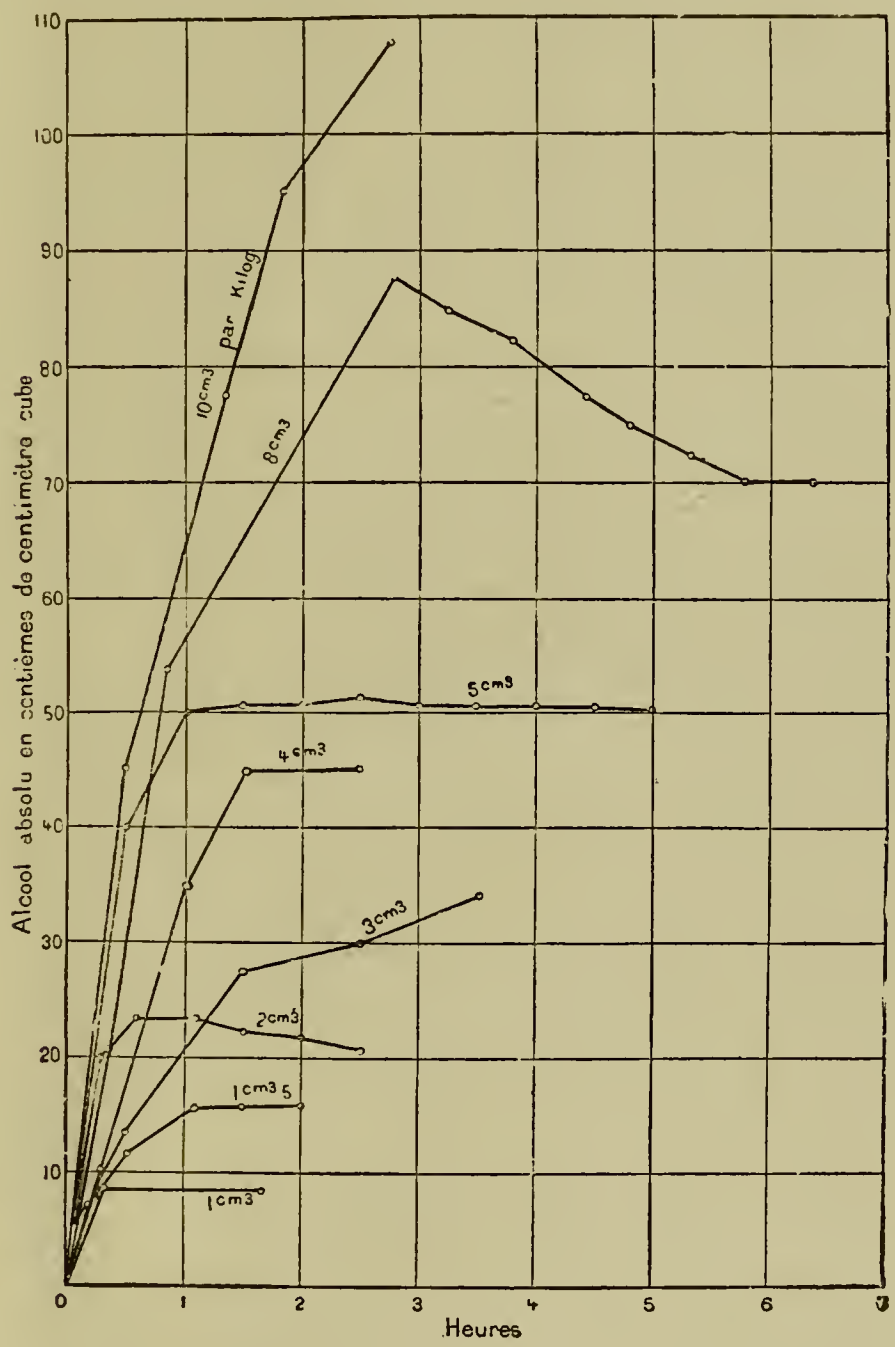

Fig. 60. — Courbes indiquant les centièmes de centimètre cube contenus dans 100cc de sang après l'ingestion dans l'estomac de 1cc, 1cc,5, 2cc, 3cc, 4cc 5cc, etc.

gramme du poids de l'animal, il est facile de prendre dans une artère, à l'aide d'une seringue de physiologie, au bout d'une heure, de deux heures ou d'un temps plus long, un échantillon de sang d'un volume égal à 20cc, de l'in-

jecter dans un ballon récipient (fig. 59) pourvu d'un tube réfrigérant d'Allihn et uni à la pompe à mercure : le vide est fait dans l'appareil. Le ballon étant immergé dans l'eau bouillante, on obtient au bout d'un certain temps la distillation de l'alcool et de l'eau, donnant dans la pompe un liquide tout à fait clair qui est recueilli dans une allonge fixée au-dessus du robinet et qui renferme tout l'alcool.

Courbes des résultats obtenus. — Les courbes (fig. 60) qui montrent les résultats de la distillation et du dosage de l'alcool par le procédé de Nicloux sont très instructives. Sur la ligne des abscisses sont marquées les heures; sur la ligne des ordonnées, les proportions d'alcool absolu en centièmes de centimètre cube contenues dans 100 centimètres cubes de sang sont inscrites; enfin sur les courbes, j'ai indiqué les volumes d'alcool absolu en centimètres cubes qui ont été injectés dans l'estomac au début de chaque expérience.

Prenons comme exemple la dose de 5 centimètres cubes d'alcool absolu par kilogramme, ou en réalité 50 centimètres cubes d'alcool à 10 pour 100 que l'animal supporte bien, mais qui produit au bout d'une heure une ivresse profonde : nous voyons qu'après ce laps de temps, 100 centimètres cubes de sang contiennent $0^{cc},5$ d'alcool absolu ou 1/200; cette proportion se maintient constante pendant quatre heures, et la ligne du tracé est parallèle à la ligne des abscisses : c'est ce que j'appelle le *plateau,* qui peut porter mon nom, car c'est une de mes plus importantes découvertes; elle démontre que l'absorption de l'alcool dans l'estomac est loin d'être instantanée et qu'elle maintient dans le sang une proportion d'alcool constante.

Si, comme je l'ai fait dans une série d'expériences sur des chiens et des lapins, après l'injection de 5 centimètres cubes d'alcool absolu par kilogramme du poids, je trace les résultats obtenus, je trouve, comme l'indique la figure 61, qu'entre la cinquième et la sixième heure, chez le chien, la proportion d'alcool dans 100 centimètres cubes de sang s'abaisse légèrement de $0^{cc},50$ à $0^{cc},475$, ou à

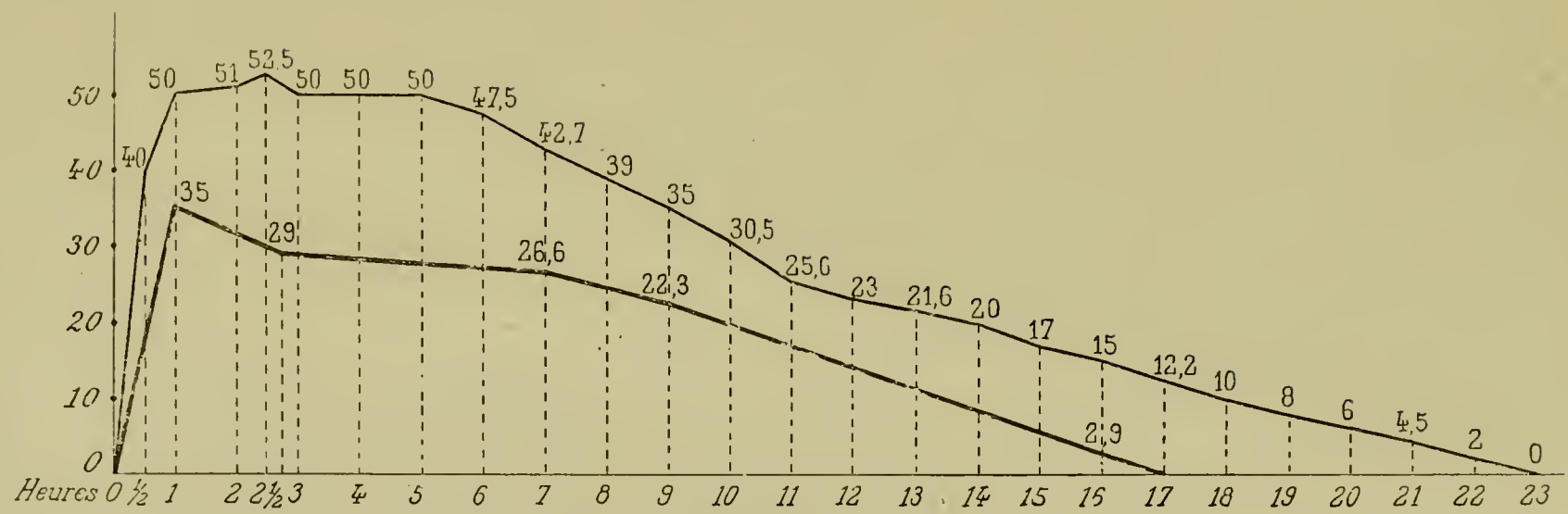

Fig. 61. — Courbe supérieure obtenue chez le chien. — Courbe inférieure obtenue chez le lapin.

1/211, puis la courbe s'abaisse peu à peu dans les heures successives, et ce n'est qu'au bout de 23 heures que l'alcool ne se trouve plus dans le sang chez le chien, et au bout de 17 heures chez le lapin.

Toujours pour le même volume, 5 centimètres cubes d'alcool absolu par kilogramme, j'ai trouvé dans les divers tissus.

	ALCOOL DANS 100 GRAMMES
Cerveau	0,44
Muscles	0,33
Foie	0,325
Reins	0,39

Donc l'alcool est distribué par le sang et diffusé dans tous les tissus.

Toxicité de l'alcool éthylique. — Chez un chien, après une injection d'alcool correspondant à 15 centimètres cubes d'alcool absolu introduit dans l'estomac sous forme d'alcool à 10 pour 100 et effectuée en trois fois, à 9 heures du matin, à une heure et à 5 heures, l'animal est mort pendant la nuit qui a suivi, et le sang aspiré dans les vaisseaux renfermait $1^{cc},3$ d'alcool dans 100 centimètres cubes, ou 1/76.

Il résulte de mes expériences que les hommes qui introduisent dans l'estomac de trop grandes quantités d'alcool, par exemple au repas du soir, ont encore de l'alcool dans le sang le matin au moment du réveil; s'ils prennent alors un petit verre d'eau-de-vie, la proportion de l'alcool augmente dans le sang et peut être voisine de celle qui produit l'ivresse.

Défions-nous donc de l'alcool : il ne suffit pas de l'ingérer, il faut aussi l'éliminer ou le brûler. Tout est affaire de dose, et je dois insister sur un calcul basé sur mes expériences pour essayer de fixer la ration de vin que l'on peut se permettre à chacun des deux principaux repas. Admettons, ce que je crois bien légitime, qu'un millième d'alcool dans le sang soit une dose utile et qui ne peut exercer qu'une bonne influence sur la santé; nous voyons

par la courbe obtenue (fig. 60) que l'injection d'un centimètre cube d'alcool par kilogramme ne fait trouver dans le sang qu'un peu moins d'un millième d'alcool; j'en conclus qu'on pourrait se permettre un centimètre cube d'alcool par kilogramme.

Si le poids d'un homme adulte est égal à 70 kilogrammes, cela ferait 70 centimètres cubes d'alcool absolu, et si le vin que nous consommons contient 9 centimètres cubes d'alcool absolu pour 100 centimètres cubes ou 90 centimètres cubes d'alcool par litre, le volume de vin que nous pourrions nous permettre serait égal à 777 centimètres cubes. Ce nombre me paraît encore excessif, et je crois que dans la pratique il est bon de le réduire à moitié, ce qui ferait 388 centimètres cubes de vin. Dans ces conditions, surtout en ajoutant de l'eau au vin, le chiffre de l'alcool dans le sang serait voisin de 1/2,000 et serait suffisant.

Dangers de l'ingestion d'une très grande quantité d'alcool. — L'un des plus grands malheurs qui puisse arriver à une famille, c'est de compter parmi ses membres un alcoolique, c'est-à-dire un homme qui perd volontairement toute énergie, qui devient incapable de tout travail, et qui fait naître des scènes continuelles troublant la vie de tous ceux qui sont obligés de le supporter; aussi devons-nous louer les médecins qui, par différents moyens ingénieux et par la suggestion, arrivent à l'amélioration ou à la guérison de cette dipsomanie, l'un des plus grands fléaux de l'humanité.

L'expérience prouve à chacun de nous, même à ceux qui sont tempérants d'habitude, qu'après un repas trop copieux où l'on a pris des vins variés et des liqueurs, le sommeil ne vient pas; on reste éveillé et mal à l'aise : c'est la première période de l'ivresse, l'excitation du système nerveux.

J'admire beaucoup les congrès, et ils me paraissent très utiles, car ils nous permettent de connaître et d'estimer les savants de tous les pays et leurs travaux; j'ai

eu l'occasion de faire à Bruxelles la connaissance du célèbre professeur des Etats-Unis Atwater, qui a tant travaillé les questions d'alimentation et d'hygiène, et je lui ai demandé à brûle-pourpoint : « Quelle est votre opinion sur l'alcool comme aliment? » Il me répondit : « *Mauvais aliment, monsieur Gréhant.* »

Dans un de ces congrès, dans un banquet terminal, nous avions devant chacun de nous huit verres différents dans lesquels on nous versait des vins des crus les plus estimés. Ce qui nous a préservés de l'ivresse, c'est de laisser les verres pleins ou d'ajouter à un faible volume de vin des volumes beaucoup plus grands d'eaux minérales.

Je connais une observation inédite qui m'a été communiquée par le docteur Landragin, mon regretté beau-père : un jeune homme de ses amis avait fait le sot pari d'avaler une bouteille d'eau-de-vie. Aussitôt ingéré, l'alcool fut absorbé rapidement, et l'homme tomba sur le sol, où il restait étendu. Si on l'avait porté sur un lit, il y serait mort. Le docteur Landragin, qui avait beaucoup d'activité, fait atteler son cheval à un cabriolet et fait hisser le patient au milieu, lui du côté droit et un autre homme du côté gauche, puis il fait partir le cheval au grand trot dans la campagne; sous l'influence des mouvements communiqués (massage) et du grand air, l'alcoolique élimine le contenu de l'estomac et de l'intestin, et après plusieurs heures de voyage il est complètement rétabli. Voici un nouvel exemple des grands services que peut rendre un médecin instruit et prompt à la décision.

Dans une autre circonstance, il s'agissait d'un empoisonnement par le cyanure de potassium, poison presque toujours mortel : le même médecin fit avaler au malheureux qui avait voulu se suicider plusieurs litres d'eau froide, qui diluèrent le poison dans l'estomac et le rendirent inoffensif; c'est aussi un procédé à recommander.

Mais actuellement nous avons encore d'autres moyens pour lutter contre une intoxication par forte dose d'al-

cool. En expérimentant sur un chien fortement alcoolisé par une injection d'alcool à 10 p. 100 dans le sang, j'ai reconnu que si l'on injecte un demi-litre d'eau à plusieurs reprises dans l'estomac, et si l'on vide ce viscère avec une sonde œsophagienne toutes les demi-heures, on trouve dans le liquide de l'alcool que l'on sépare par distillation, et on obtient plusieurs centimètres cubes d'alcool absolu ; les glandes de l'estomac sécrètent cet alcool emprunté au sang; il en résulte que l'animal se rétablit beaucoup plus vite.

Si donc le médecin est appelé auprès d'un homme plongé dans le coma par suite de libations trop copieuses, la première chose à faire, comme l'a démontré le docteur Adrien Bianchi dans une thèse qu'il a faite dans mon laboratoire, c'est de vider l'estomac à l'aide d'une sonde de caoutchouc ou du tube du docteur Faucher ; puis on injecte avec un entonnoir un demi-litre ou un litre d'eau, qu'on laisse séjourner une demi-heure dans l'estomac : la portion d'eau absorbée dilue l'alcool dans le sang et dans les tissus, la portion d'eau enlevée par la sonde enlève de l'alcool : c'est un traitement rationnel que je ne puis trop recommander.

Une longue expérience a démontré en outre que l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque ajoutées dans de l'eau sucrée ingérée dans l'estomac est utile pour dissiper l'ivresse ; mais il faut se défier de l'action caustique de l'ammoniaque sur la muqueuse gastrique.

En Bretagne, lorsque la mer est agitée et lorsqu'il serait téméraire de s'embarquer, les marins pêcheurs, restant à terre quelquefois pendant plusieurs jours, font de longs séjours dans les cabarets et tombent dans l'ivresse qui anéantit l'énergie musculaire ; mais si le calme de l'atmosphère revient, et s'il faut absolument profiter du flux pour reprendre la mer, les femmes des marins n'hésitent pas à faire prendre une bonne tasse de café noir avec une poignée de gros sel à leurs maris ivres ; l'effet ne se fait pas attendre : tout le contenu de l'estomac est

évacué; on conduit le patient tout titubant à sa barque, il se met aussitôt au cabestan, et les efforts musculaires considérables qu'il est obligé de faire contribuent à l'élimination et à la disparition de l'alcool.

Il faudrait faire tous ses efforts pour changer les habitudes de nos marins pêcheurs, qui forment d'excellentes recrues pour la flotte qui défend notre patrie, et leur donner quand ils sont à terre des distractions et des occupations, le jardinage, le jeu de boules, la musique, les promenades, la lecture, etc., par exemple, et leur démontrer par des conférences les bienfaits de la tempérance.

LIVRE V

SÉCRÉTIONS

CHAPITRE PREMIER

Les reins. — Anatomie. — L'urine.

Voici des glandes qui jouent dans l'organisme un rôle considérable (fig. 62). Pour se bien porter et pour vivre longtemps il faut de bons reins ; c'est une vérité qui ne peut pas être contestée, mais on pourrait ajouter qu'il faut aussi un bon cœur, de bons poumons, un bon cerveau, etc., et si l'on ne connaît pas les fonctions d'un organe, il serait téméraire d'affirmer qu'il n'est pas utile. Pour les reins, leur structure est bien connue, et leur action physiologique a déjà été bien approfondie ; ils servent à l'élimination de l'urée, de l'acide urique, c'est-à-dire des déchets de la nutrition, en particulier ceux qui résultent de la combustion des matières albuminoïdes, des substances toxiques qui se produisent dans l'organisme ou qui pénètrent par le tube digestif avec les aliments.

Pour le rein, comme pour le poumon et le cœur, l'étude anatomique est très intéressante, mais je puis répéter ici ce que j'ai dit lorsque j'ai traité de la respiration. Un grand nombre d'expériences et de recherches peuvent être faites par un chimiste et un physiologiste qui ne se préoccuperaient pas de la structure des reins étudiés à l'œil nu et au microscope.

Anatomie des reins. — Au nombre de deux, symétriques, placés dans la région lombaire et recouverts par le

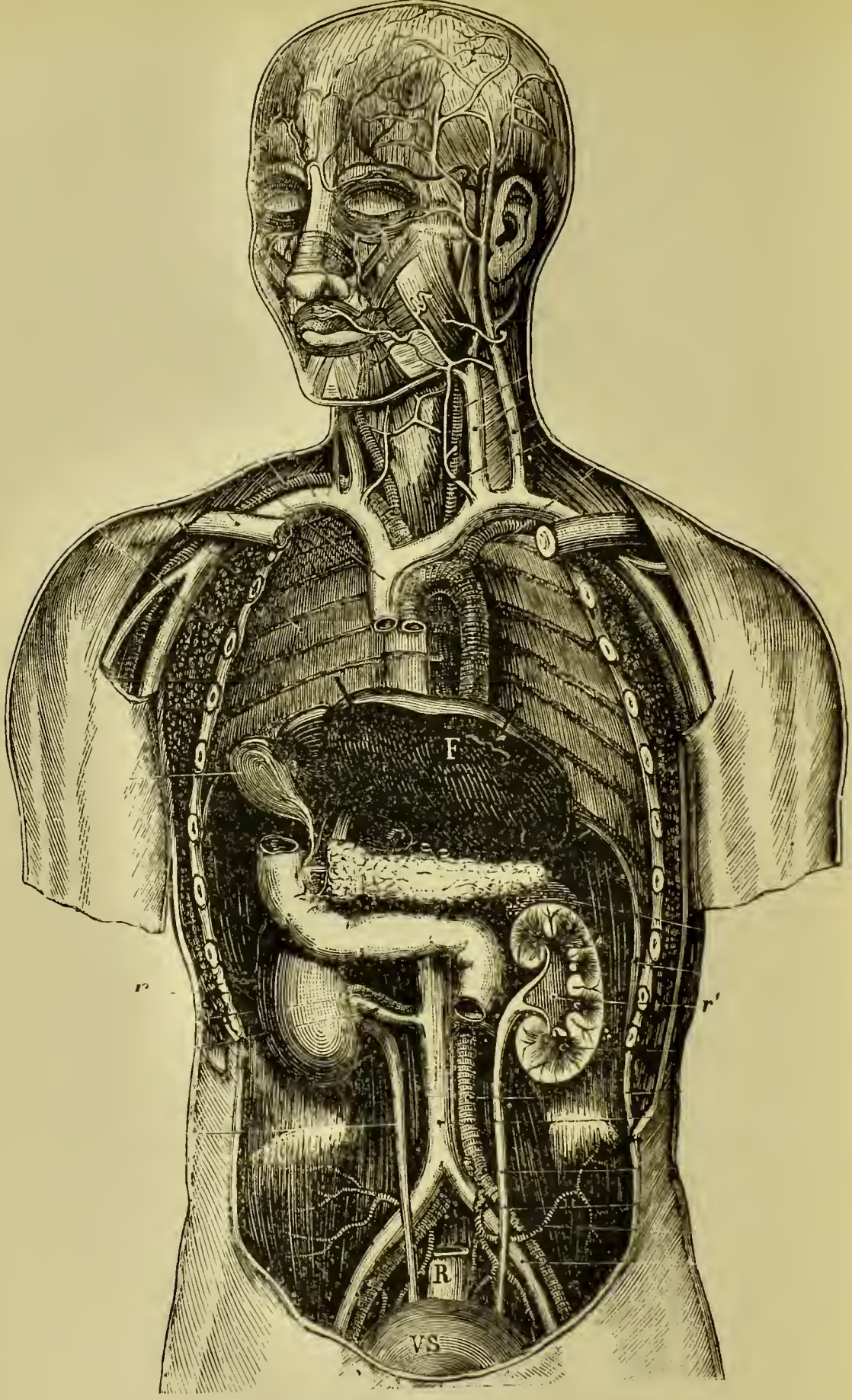

Fig. 62. — Reins en place dans l'abdomen.
r. rein droit entier; *r'* section du rein gauche.

feuillet pariétal du péritoine, membrane séreuse, le rein droit et le rein gauche présentent la forme indiquée par la figure 63. Ils reçoivent l'un et l'autre une artère volu-

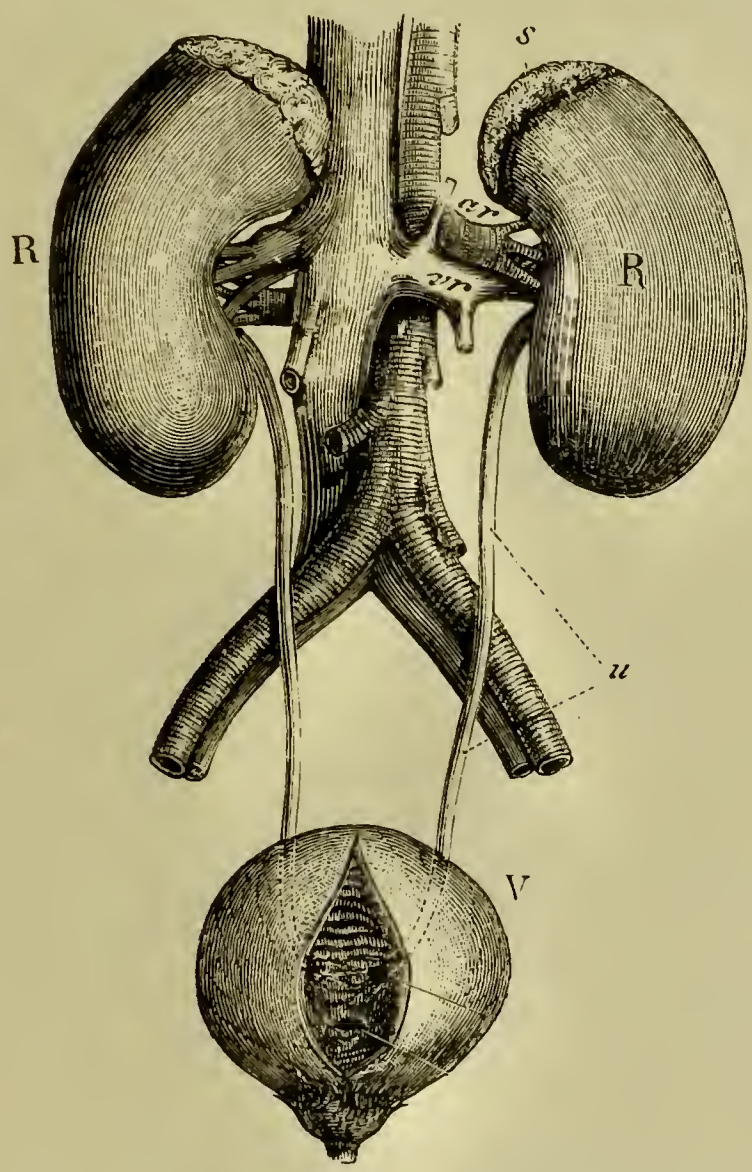

Fig. 63. — R, rein gauche et rein droit; *s*, capsule surrénale; *ar*, artère rénale; *vr*, veine rénale *u*, uretère; V, vessie.

mineuse, l'artère rénale, qui naît à angle droit de l'artère aorte et se divise à l'infini dans les deux glandes, fournissant du sang par des branches spéciales à de petits renflements sphériques vasculaires qui ont été découverts par Malpighi et qui ont reçu le nom de glomérules, repré-

sentés par la figure 64. La section du rein faite avec un scalpel permet de reconnaître deux substances, l'une exté-

Fig. 64. — Figure schématique représentant deux glomérules sanguins de Malpighi *gs*, avec la disposition des canalicules urinifères et des vaisseaux sanguins.

rieure, la substance corticale, l'autre intérieure, appelée médullaire. Celle-ci présente un grand nombre de tubes urinifères qui se réunissent pour venir se terminer sur des papilles s'ouvrant dans un réservoir nommé le bassinet.

Ces tubes urinifères, garnis d'un épithélium spécial, communiquent avec les tubes contournés très nombreux qui constituent la substance corticale ; d'autres tubes partent de celle-ci, pénètrent entre les tubes urinifères et forment les anses de Henle.

Autour de chaque glomérule existe une membrane, capsule de Bowman, d'où part un canalicule contourné. La figure schématique (fig. 64) donne une idée de cette structure compliquée des reins, qui reçoivent des vaisseaux artériels se continuant par des capillaires dans lesquels naissent les veines qui se réunissent pour former deux troncs veineux volumineux, les veines rénales aboutissant à la veine cave inférieure.

L'urine. — « L'urine est le principal liquide d'excrétion. L'importance de son étude est extrême, parce que, de l'examen de ses caractères et de sa composition, on peut tirer un grand nombre de renseignements sur l'état de la nutrition et des fonctions internes. Ces caractères sont sujets à une grande variabilité, même hors le cas de maladie. Ces variations sont liées, dans l'état normal, au régime, aux saisons, aux actes fonctionnels généraux, etc., de sorte que, même dans la journée et la nuit, l'urine ne reste à aucun moment exactement la même. Aussi, pour les recherches urologiques, opère-t-on de préférence sur les urines des vingt-quatre heures.

« La quantité d'urine émise dans les vingt-quatre heures par un adulte de poids moyen est d'environ 1500 centimètres cubes chez l'homme, un peu moins chez la femme. Elle augmente en hiver et se restreint en été, en raison de l'activité inverse des sécrétions cutanées et pulmonaires. Elle est en rapport avec la quantité d'eau ingérée. » (*Traité de physiologie* des professeurs Morat et Doyon.)

La composition de l'urine est très compliquée, comme l'indique le tableau résumé que j'ai emprunté au professeur A. Gautier :

TABLEAU DES SUBSTANCES DE L'URINE NORMALE

Densité moyenne, 1,020.

Moyennes correspondant à 24 heures.

Eau	1 243gr0
Urée	33 0
Acide urique	0 52
Acide hippurique	0 65
Créatinine et créatine	1 0
Xanthine et analogues	0 05
Matières colorantes et extractives	5 85
Acides gras volatils Acide oxalique Glucose, etc.	Très peu.
Chlorure de sodium	13 65
Sulfates alcalins	4 03
Phosphate de chaux	0 4
Phosphate de magnésie	0 58
Phosphates alcalins	1 86
Sels ammoniacaux	0 91
TOTAL	1 305 50

Gaz : Oxygène. Acide carbonique. Azote.

Ce qui fait 1 243 grammes d'eau et 62gr,5 de résidu solide.

La figure 68 représente quelques-unes des formes cristallines que l'on peut reconnaître au microscope dans les sédiments urinaires.

CHAPITRE II

Physiologie de la sécrétion rénale.

Comme l'ont démontré tout d'abord Prévost et Dumas dans leurs célèbres expériences, quand on enlève les reins à un animal, il meurt au bout de plusieurs jours, et

on trouve dans le sang une quantité d'urée que l'on peut faire cristalliser parfaitement par l'addition d'acide nitrique, le nitrate d'urée étant peu soluble, surtout à froid.

Le docteur Quinquaud et moi, nous avons démontré que l'urée est toxique à haute dose.

Dans ma thèse pour le doctorat ès sciences que j'ai soutenue en janvier 1870, et qui a nécessité beaucoup de travail dans le laboratoire de médecine du Collège

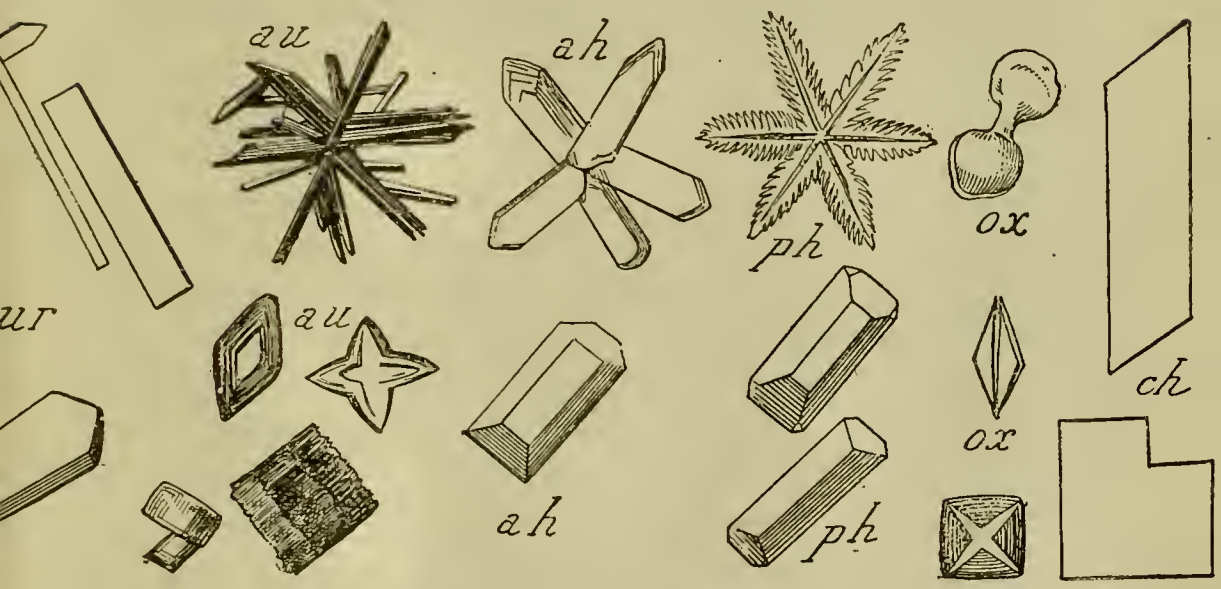

Fig. 65. — Formes cristallines que l'on peut rencontrer dans les sédiments urinaires.

ur, urée; *au*, acide urique; *ah*, acide hippurique; *ph*, phosphate tribasique de chaux; *ox*, oxalate de chaux; *ch*, cholestérine.

de France, j'ai démontré que l'ablation des reins (néphrotomie) ou la ligature des uretères sont suivies de l'accumulation de l'urée dans le sang et dans les tissus. Pour établir cette vérité qui était contestée, j'ai imaginé tout d'abord un procédé de dosage de l'urée aussi exact que possible, et qui consiste à faire un extrait alcoolique du sang ou d'un tissu, en soumettant à la presse le magma obtenu au bout de 24 heures; le liquide alcoolique qui renferme l'urée en solution est introduit dans un ballon de verre uni par un tube réfrigérant d'Allihn avec une pompe à mercure; on distille dans le vide à une basse

température de 40° environ; le résidu sec est dissous dans l'eau; il renferme l'urée que contenait le sang ou le tissu. L'analyse chimique montre que l'accroissement du chiffre de l'urée dans le sang est le même dans les heures qui suivent la ligature des deux uretères, ou l'ablation des reins; on voit donc que la ligature des conduits excréteurs produit exactement le même effet que l'enlèvement des reins.

Mesure de l'activité physiologique des reins par le dosage de l'urée dans le sang et dans l'urine. — Je dissous 1 gramme d'urée dans 40 centimètres cubes d'eau distillée, et je fais pénétrer par aspiration cette solution dans mon appareil (fig. 66) qui sert au dosage de l'urée; on fait le vide absolu à l'aide des manœuvres de la pompe à mercure, le tube de verre T étant immergé dans un litre d'étain rempli d'eau bouillante; on remplace l'eau chaude par l'eau froide; après 5 minutes, on fait pénétrer le réactif que j'obtiens en versant 8 décigrammes de mercure dans un tube à essai à demi rempli d'acide nitrique pur; on obtient dans deux cloches pleines de mercure $58^{cc},6$ d'acide carbonique qui, ramenés à 0° et à la pression de 760 millimètres, se réduisent à $53^{cc},4$; chaque centimètre cube d'acide carbonique, dans ces conditions, correspond à $2^{mgr},683$ d'urée; le produit $53,4 \times 2,683 = 143^{mgr},3$ d'urée; on a donc décomposé 1/7 environ du gramme d'urée introduit dans l'appareil. Quand on dose l'urée contenue dans le sang ou dans 1 centimètre cube d'urine, et quand on obtient un chiffre d'acide carbonique inférieur à $53^{cc},4$, on peut être sûr que le réactif préparé avec 8 décigrammes de mercure a été suffisant.

Les fonctions des reins sont si essentielles pour la conservation de la santé, que si le moindre trouble apparaît, par exemple si, en conservant le même volume de liquide ingéré en potages et en boissons, on constate une diminution dans le volume d'urine excrété, ou une augmentation dans ce volume, dans certains cas, il est

indispensable de consulter un médecin : car c'est au début d'une maladie qu'on a le plus de chances, par les moyens que la thérapeutique nous donne, d'arrêter le développement de cette maladie et d'obtenir la guérison. Dans un sujet aussi vaste, je dois appeler l'attention de mes lecteurs sur les observations que j'ai faites et qui démontrent avec quelle activité travaillent les reins, dans l'état de santé, et combien baisse cette activité dans certains cas de maladie, dans l'urémie, par exemple.

Chez un animal carnassier, le chien, j'ai trouvé dans 100 centimètres cubes d'urine 6gr,6 d'urée, et dans 100 centimètres cubes de sang 0gr,053 d'urée;

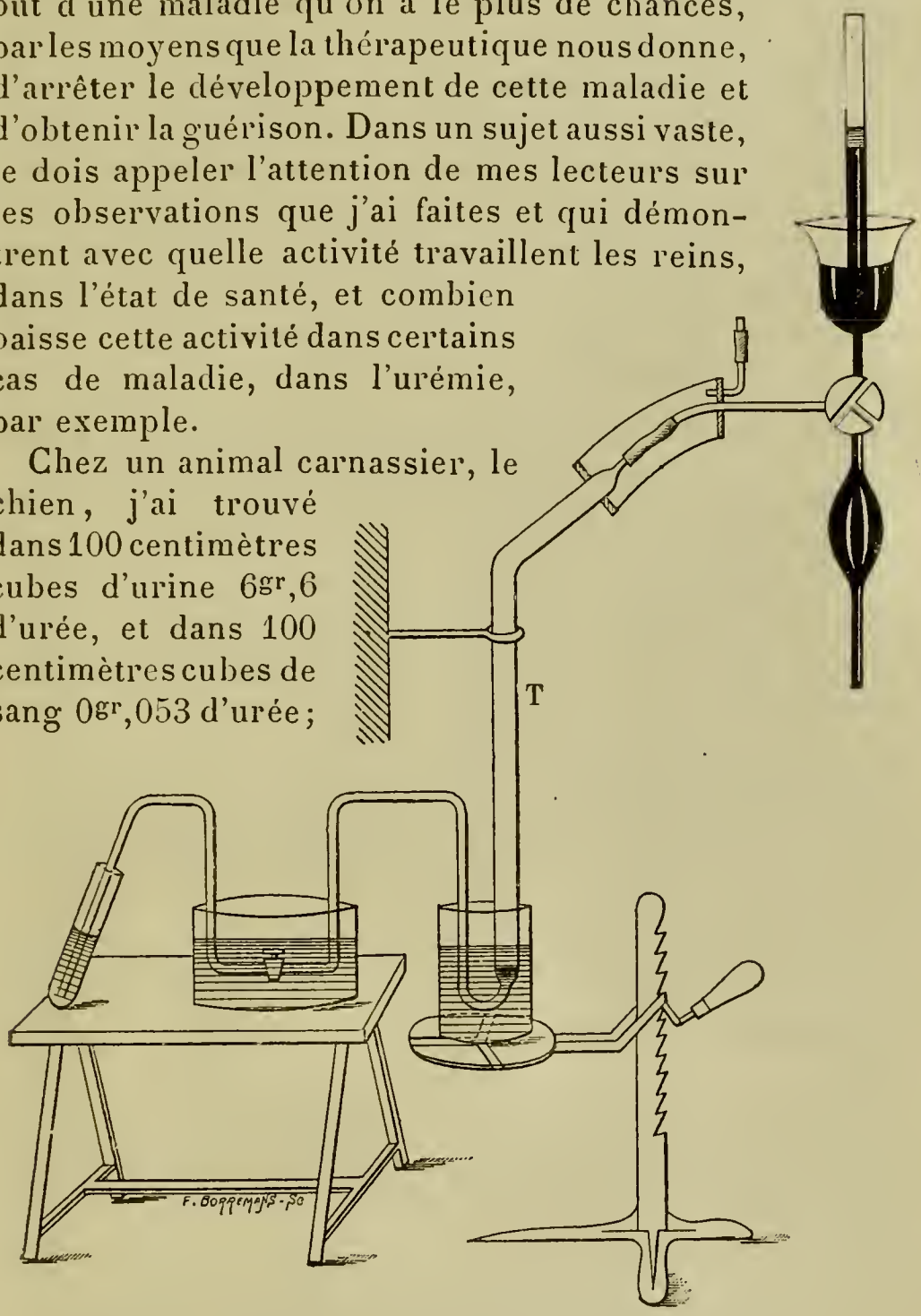

Fig. 66. — Appareil de Gréhant pour le dosage de l'urée.

le rapport $\frac{6,6}{0,053}$ est égal à 124,5; il y a donc dans l'urine

cent vingt-quatre fois plus d'urée que dans le même volume de sang artériel; c'est pour moi la mesure de l'activité sécrétoire des reins.

Application pratique. — Mon collègue de l'Académie de médecine et de la Société de biologie, M. le docteur Widal, m'a envoyé un morceau de muscle et un échantillon d'urine d'un homme qui a succombé dans son service à des accidents urémiques. J'ai trouvé dans 100 grammes de muscle $0^{gr},155$ d'urée, chiffre plus élevé que celui d'un muscle sain; 100 centimètres cubes d'urine renfermaient $1^{gr},55$ d'urée; le rapport des poids de cette substance est $\frac{1,55}{0,155} = 10$, chiffre bien inférieur à celui qui a été trouvé chez le chien, douze fois moindre. Un champ nouveau est ouvert à l'expérimentation, et il est évident que le dosage de l'urée dans le sang pris avec une ventouse scarifiée (30 grammes environ) et le dosage de l'urée dans l'urine éclaireront les médecins dans l'avenir et leur permettront de diagnostiquer une insuffisance rénale, puis de la traiter.

Quelques conseils. — Plus on observe les hommes dans leurs habitudes, plus on reconnaît qu'ils font des excès fâcheux dans le régime alimentaire, surtout dans l'usage des boissons.

D'une manière générale, il faut de la régularité dans les repas, et il est le plus souvent inutile de consommer des boissons alcooliques ou autres dans l'intervalle des repas.

Dans nos départements du nord de la France, certains hommes consomment dans une journée de 15 à 20 bocks ou chopes de bière, et ils alternent souvent ces boissons avec des petits verres de genièvre, ayant remarqué que cette liqueur très alcoolique active le travail éliminatoire des reins.

Pourquoi imposer à ces organes une activité pareille, un véritable surmenage, et qui peut occasionner des maladies graves et mortelles? Les grands buveurs, en gé-

néral, n'atteignent pas un âge avancé : l'homme sobre prolonge sa vie.

Il faut se rationner. Je suis d'avis qu'à chacun des deux principaux repas un tiers de litre de vin ou un demi-litre au maximum est bien suffisant; encore faut-il l'additionner d'un volume d'eau égal.

Il me paraît nécessaire d'introduire dans l'estomac une quantité suffisante de liquide pour suffire à l'irrigation continuelle de nos tissus, aux besoins de la transpiration cutanée et aux fonctions des reins qui éliminent les déchets de la nutrition et certaines toxines qui se produisent dans nos tissus. Les expériences des professeurs Bouchard et Charrin sont bien probantes et ont démontré que l'urine excrétée par l'homme ou par les animaux est toxique à une certaine dose pour un lapin (rongeur).

L'excrétion de l'urine est continue, mais le volume de ce liquide que les uretères conduisent à la vessie s'accroît beaucoup pendant et après les repas, et il est utile de ne pas laisser s'accumuler dans ce réservoir un liquide qu'il faut expulser, afin d'éviter la gêne et le malaise qui résultent d'une dilatation extrême de la vessie.

CHAPITRE III

Les fonctions de la peau. — Sanctorius.

La peau qui revêt toute la surface du corps est formée du derme et de l'épiderme. Le derme présente une certaine épaisseur et renferme des vaisseaux sanguins, artè

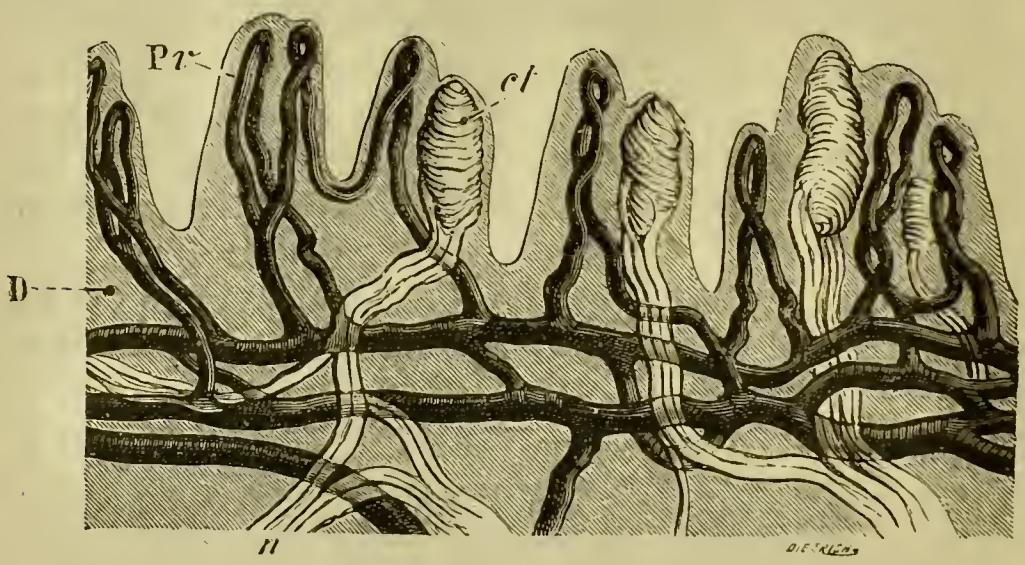

Fig. 67. — Groupe de papilles du derme : l'épiderme a été enlevé.
D, derme ; Pv, papille vasculaire ; ct, corpuscule du tact ; n, rameau nerveux.

res, capillaires et veines, des terminaisons nerveuses, entre autres les corpuscules du tact, qui donnent à la peau une sensibilité qui est très grande à l'extrémité des doigts (fig. 67), sur la face palmaire. A l'aide des pointes d'un compas que l'on écarte plus ou moins, il est facile de reconnaître qu'en appliquant ces pointes lorsqu'elles sont très rapprochées, on éprouve une sensation unique, tandis que les pointes écartées donnent deux sensations distinctes. Les physiologistes ont constaté que dans les diverses régions de la peau il existe de grandes différences quant aux résultats obtenus. Par exemple, la peau du dos est beaucoup moins sensible que celle du front ou

des doigts : cela tient au nombre des terminaisons nerveuses, qui est lui-même très variable.

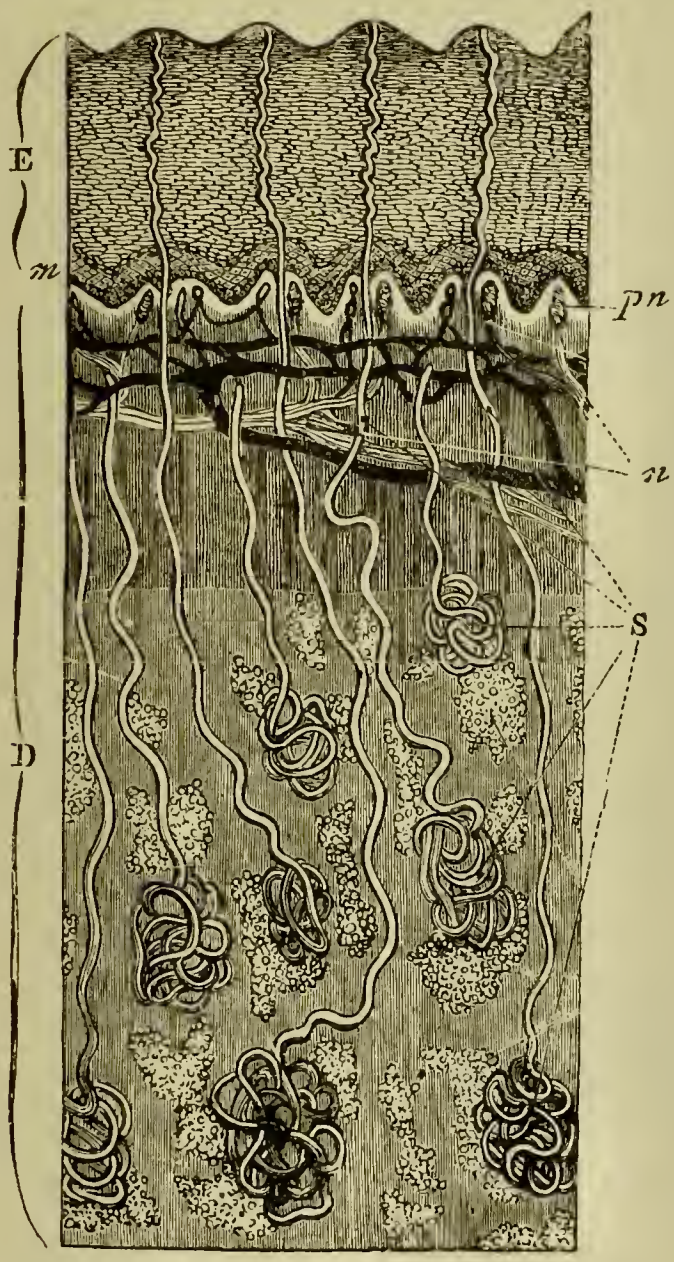

Fig. 68. — Coupe à travers la peau de l'homme.

E, épiderme; D, derme. — *m*, couche muqueuse de Malpighi contenant le pigment; *pn*, corpuscule du tact, terminaison nerveuse; S, glandes sudoripares.

Entre le derme et l'épiderme formé de cellules épithéliales qui se renouvellent, se trouve une couche appelée muqueuse de Malpighi, qui renferme des cellules de pigment abondantes chez le nègre, beaucoup moins nom-

breuses chez le blanc, qui n'existent pas chez les albinos, qui n'ont pas de pigment choroïdien dans l'œil et ont les yeux rouges; chez eux, l'œil n'est plus une chambre noire, aussi les rayons lumineux qui pénètrent dans l'œil ne sont pas absorbés, et les albinos ne peuvent pas supporter des lumières trop vives.

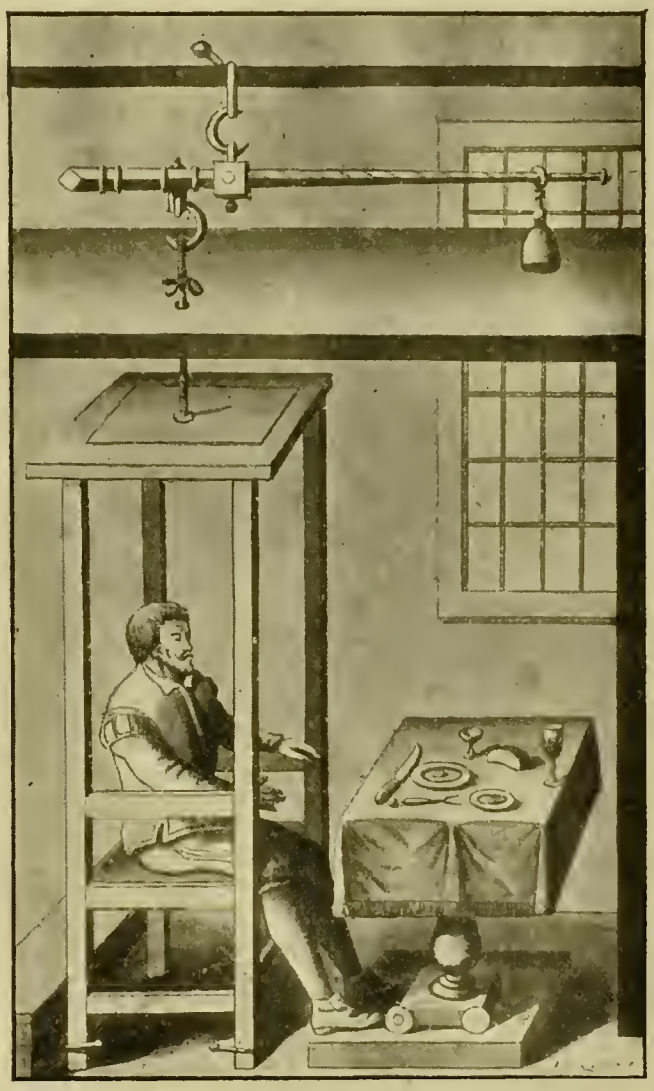

Fig. 69. — Sanctorius dans sa balance romaine.

On trouve, en outre, dans l'épaisseur du derme des glandes spéciales, glandes en tubes nommées les glandes sudoripares, qui sécrètent la sueur : leur structure est représentée par la figure 68. Dans son cours d'histologie à la Faculté de médecine, qui eut toujours tant de succès, j'ai entendu mon collègue le professeur Mathias Duval représenter ainsi la forme des glandes sudoripares : prenez une pelote de ficelle, déroulez-la et faites tomber sur le sol l'un des bouts de manière à ce qu'il se replie un grand nombre de fois, cela vous donnera une idée exacte de la forme du glomérule de ces glandes. Il est très facile de voir dans la paume de la main les ouvertures des glandes sudoripares, avec une forte loupe.

Par la grande chaleur, la sécrétion de la sueur est

active : dans les pays chauds et humides, en basse Californie, par exemple, M. Diguet, un de nos excellents voyageurs du Muséum, voyait souvent la sueur s'écouler en véritable jet de l'extrémité des doigts.

Indépendamment de cette sécrétion liquide, il se produit sur toute la surface de la peau une perspiration insensible qui a été étudiée et mesurée par Sanctorius, célèbre médecin et professeur de médecine à Padoue, qui a publié un livre intitulé *de Medicina statica,* en latin.

La figure 69 représente ce physiologiste dans un siège à support spécial fixé à l'extrémité d'une balance romaine. Sanctorius prenait son poids et pesait tout ce qu'il ingérait en aliments solides et en boissons, tout ce qu'il expulsait en excrétions solides et liquides, et par différence il obtenait le poids du liquide exhalé en vapeur par les poumons et par la peau, ce qu'il appelle la perspiration insensible.

Les résultats de ces recherches comparatives, qui ont duré des années, ont été publiés sous forme d'aphorismes; j'en citerai quelques-uns :

IV. — La perspiration insensible est beaucoup plus grande que toutes les excrétions sensibles réunies.

V. — La perspiration insensible se fait par les pores du corps.

Si le poids d'aliments solides et de boissons s'élève par jour à huit livres, cinq livres sont éliminées par la transpiration insensible.

La peau protège nos muscles et tout l'ensemble de l'organisme, et ses fonctions physiologiques sont si essentielles que si une lésion étendue, comme une brûlure occupant une large surface, se produit, la mort est inévitable. Pour les brûlures moins étendues, l'application de l'acide picrique en solution aqueuse saturée avec un pinceau est un des meilleurs procédés de traitement (professeur agrégé Thiéry).

Si l'on revêt toute la surface de la peau d'un animal, d'un lapin par exemple, avec un corps gras ou un ver-

nis, l'animal meurt au bout d'un certain temps, avec un abaissement notable de la température qui a été signalé par le professeur Jolyet. Nous devons donc bien nous garder de faire faire sur toute la surface du corps des onctions avec des corps gras.

Glandes thyroïdes. — Les glandes thyroïdes appartiennent au groupe des glandes à sécrétion interne qui n'ont pas de conduit excréteur et qui ont embarrassé longtemps les physiologistes. Tous les phénomènes chimiques qui se produisent dans ces glandes donnent naissance à des substances qui pénètrent dans les veines et dans les lymphatiques et qui entrent dans le sang comme la matière glycogène et le glucose, qui se produisent dans le foie, pénètrent dans les veines sus-hépatiques (Claude Bernard).

Elles sont situées chez l'homme dans la région du cou et composées de deux lobes appliqués sur les côtés du cartilage thyroïde du larynx et réunis en avant par un isthme : ces glandes reçoivent des artères volumineuses. Les glandes thyroïdes sont formées de vésicules arrondies dont les plus petites ont quelques millièmes de millimètre de diamètre, et les plus grandes un dixième de millimètre de diamètre.

L'analyse chimique a démontré que ces glandes contiennent de l'iode combiné avec une matière organique, qui a reçu le nom de iodo-thyrine (Baumann).

L'ablation du corps thyroïde produit chez les animaux des troubles variés, particulièrement des contractions tétaniques qui ont été étudiées par mon savant assistant M. Gley et qui peuvent causer la mort des animaux.

L'absence des glandes thyroïdes chez l'homme détermine des arrêts de développement et toute une série de lésions qui constituent l'état maladif qui a reçu le nom de myxœdème. Les sujets restent nains, présentent une face bouffie en forme de pleine lune, des troubles de l'intelligence, une grande apathie.

C'est pour cela que les chirurgiens qui opèrent les

malades atteints de goitre, assez fréquent, comme l'on sait, dans certains pays de montagnes, doivent prendre la précaution de ne pas enlever toute la glande thyroïde hypertrophiée et en laisser une partie. Sinon les malades, débarrassés de leur goitre, seraient exposés à devenir myxœdémateux.

L'emploi par ingestion dans l'estomac de glande thyroïde de mouton à faible dose a modifié d'une manière heureuse l'état des myxœdémateux, mais il faut agir avec prudence, car l'emploi de ce moyen a produit dans certains cas des accidents mortels.

CHAPITRE IV

Les bains.

Utilité des bains. — Pour que les fonctions de la peau s'accomplissent régulièrement, il est nécessaire d'employer des moyens de propreté qui ont été en usage de tout temps. Les bains doivent être pris plus souvent pendant les chaleurs de l'été que pendant l'hiver; l'eau à la température de 33° est suffisante, mais il est indispensable, pour enlever les matières déposées par de petites glandes spéciales annexées aux follicules pileux, les glandes sébacées, d'employer du savon. Les Romains, qui étaient de grands amateurs des bains, employaient même, pour frictionner la peau et la mieux nettoyer, des instruments spéciaux appelés *strigillum,* dont l'usage a été abandonné.

On trouve dans *Rome au siècle d'Auguste,* ou voyage d'un Gaulois à Rome à l'époque du règne d'Auguste, un livre très instructif publié par Ch. Dezobry, une lettre relative aux bains privés et aux bains publics, dont je ne

puis donner qu'un extrait : « Il est un genre de luxe que je vois croître et se développer tous les jours : c'est celui des bains. Le bain est non seulement une jouissance, mais un besoin dans ce pays où il fait si chaud que le corps se trouve dans une transpiration pour ainsi dire continuelle. Aussi, riches et pauvres, grands et petits, tous se baignent, et se baignent chaque jour. Il y a environ dix ans, Agrippa, gendre et ministre de l'empereur, faisant exécuter une foule de travaux et de monuments pour l'agrément et l'utilité du peuple, établit entre autres cent soixante-dix bains publics, où pendant une année le peuple fut admis gratuitement. Maintenant, excepté les enfants, qui jouissent encore de leurs entrées franches, tout le monde paye à la porte la rétribution d'un *quadrant,* petite monnaie d'airain (0 fr. 20). Pour cette modique somme, on peut prendre bain froid, bain tiède, bain chaud et bain de vapeur. »

Combien avons-nous à faire en France pour établir des bains ou des appareils à douches descendantes dans toutes les communes de notre pays ! Il y a malheureusement encore beaucoup de localités où l'on ne trouve pas une baignoire, et où il faut faire un voyage pour aller prendre un bain de propreté. Il serait cependant bien facile, dans tous les pays où l'on trouve un ferblantier, de faire établir par la municipalité un petit établissement de baignoires qui pourraient rendre de bien grands services à la population, aussi bien aux adultes qu'aux enfants. Les bains médicamenteux sont indispensables dans certaines affections de la peau dont je ne puis faire ici l'énumération.

Un de mes regrettés camarades de lycée, Napoléon Ney, petit-fils de l'illustre maréchal Ney, raconte, dans le voyage qu'il fit à l'inauguration du chemin de fer transcaucasique, que, pendant un séjour en Perse, après des journées de voyage à cheval qui l'avaient beaucoup fatigué, un bain persan accompagné de massages des muscles lui enleva toute espèce de sensation de fatigue. Il

est évident que les toxines résultant d'un travail exagéré des muscles avaient été éliminées par la peau.

Mon collègue de l'Académie de médecine, M. l'inspecteur général Kermorgant, me disait dernièrement qu'en Indo-Chine des religieux enveloppent les malades atteints de fièvre typhoïde dans des draps mouillés de vinaigre; les fonctions de la peau sont surexcitées vivement, et le drap s'imprègne d'une sueur abondante d'une odeur désagréable. Il y a élimination par la peau d'une partie des toxines produites par les bacilles de la fièvre, et on constate une amélioration notable chez les malades. L'usage des bains froids à une température de 20° à 25° est utile quand il s'agit d'abaisser une température centrale de 39° à 41°, dans les cas graves de fièvre typhoïde.

Il ne faut pas voyager dans les pays chauds, au Brésil ou en Afrique, par exemple, m'a dit le regretté voyageur Chaper, si l'on ne transpire pas facilement et avec abondance, car c'est le seul moyen de résister à l'action d'une température élevée. Comme Claude Bernard l'a démontré, chez les animaux, une augmentation de 5° de la température centrale est mortelle.

Aussi quand, dans les pays chauds, la transpiration s'affaiblit ou diminue, il faut que le médecin, par des boissons sudorifiques abondantes, fasse tous ses efforts pour la rétablir.

LIVRE VI

LE SYSTÈME NERVEUX. — LES ORGANES DES SENS

CHAPITRE PREMIER

Le cerveau, le cervelet, la moelle épinière.

Remplissez de plâtre toute la capacité du crâne, et vous aurez très exactement la forme du cerveau que vous avez retiré de la boîte osseuse. Le cerveau a donc, comme le crâne, la forme d'un ovoïde dont la grosse extrémité serait en arrière et la petite extrémité en avant. Il est divisé inférieurement en lobes qui remplissent les divers compartiments de la base du crâne. Toute sa surface est creusée de sillons profonds et sinueux qu'on appelle *anfractuosités,* et qui lui donnent l'aspect des circonvolutions intestinales, d'où le nom de *circonvolutions* qu'on donne aux espèces de replis que limitent les anfractuosités. (Professeur Cruveilhier, *Traité d'anatomie.*)

Une scissure médiane verticale divise le cerveau en deux parties semblables qu'on appelle hémisphères cérébraux, réunis à la partie moyenne par le corps calleux. La base du cerveau, représentée par la figure 70, nous offre les origines des nerfs craniens. D'avant en arrière, on trouve en effet neuf paires de nerfs qui sont :

1re paire ou nerf olfactif.
2e — — optique.
3e — — moteur oculaire commun.
4e — — pathétique.
5e — — trijumeau.

6e paire ou nerf moteur oculaire externe.

7e paire, divisée en { portion molle, nerf auditif.
portion dure, nerf facial.

8e paire, divisée en { glosso-pharyngien.
pneumo-gastrique ou nerf vague.
accessoire de Willis ou spinal.

9e paire ou grand hypoglosse.

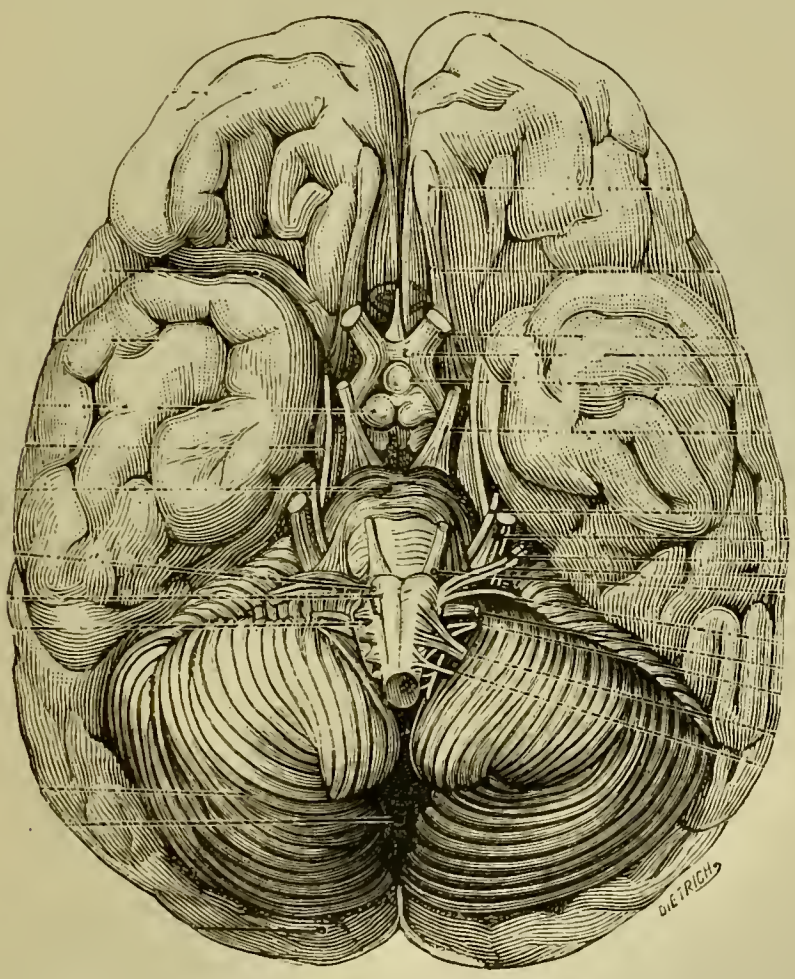

Fig. 70. — Base du cerveau et du cervelet; origines des nerfs craniens.

Je ne puis trop conseiller à mes lecteurs de faire plusieurs visites dans nos magnifiques galeries d'anatomie comparée du Muséum d'histoire naturelle, rue de Buffon, où ils suivront tous les détails anatomiques sur lesquels il m'est impossible de donner ici plus de développements. Un étiquetage bien fait fournit les explications nécessaires.

Lorsqu'on aura visité le rez-de-chaussée, on pourra monter au premier étage pour y admirer les galeries de paléontologie et d'anthropologie, qui montrent combien la nature a été féconde dans les temps anciens, comme à l'époque actuelle. Le monde est bien vieux!

Mais après cette digression, revenons à l'anatomie du cerveau : elle est très compliquée (fig. 71). La surface exté-

Fig. 71. — Surface latérale du cerveau et du cervelet.

rieure est formée de substance grise, qui recouvre de la substance blanche. Je suis obligé de renvoyer aux traités d'anatomie pour la description de la structure interne du cerveau (fig. 72), mais je dois dire que cet organe, étudié au microscope, présente un très grand nombre de cellules nerveuses situées dans la substance grise (fig. 73), et de fibres nerveuses situées dans la substance blanche. Les connexions sont très complexes.

Le cerveau reçoit beaucoup de sang par les deux carotides internes, qui naissent des carotides primitives, et par les deux vertébrales, qui, naissant des artères sous-

clavières, traversent les trous des apophyses transverses des vertèbres cervicales; ces quatre troncs artériels s'anastomosent à la base du cerveau et fournissent un hexagone vasculaire d'où partent les artères du cerveau, du cervelet, de la protubérance annulaire et du bulbe rachidien.

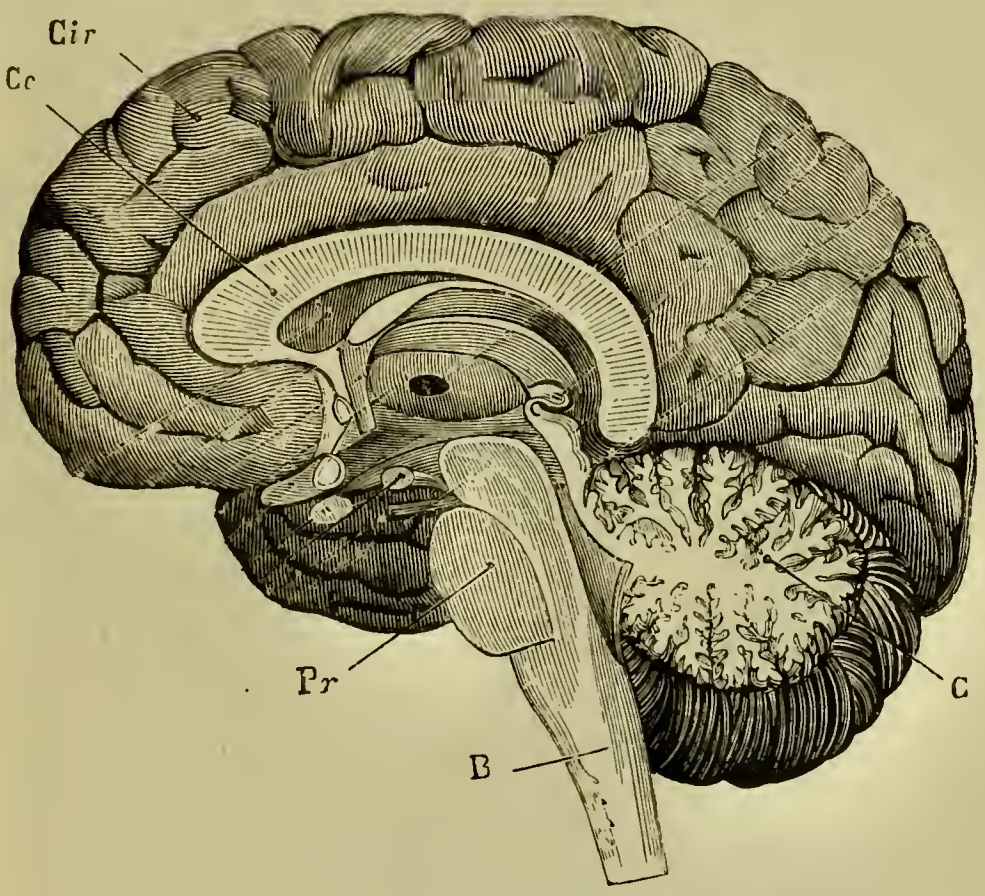

Fig. 72. — Section verticale et médiane de l'encéphale.

Cir, circonvolutions de l'hémisphère; *Cc*, corps calleux; *Pr*, protubérance annulaire; B, bulbe rachidien; C, cervelet et arbre de vie.

L'arrêt du cœur ou syncope, déterminé souvent par des émotions déprimantes trop vives, cause immédiatement la perte de connaissance, l'arrêt complet des fonctions du cerveau. Il faut donc éviter autant que possible les grandes émotions. Dans le cas de syncope, on doit coucher horizontalement le malade, pratiquer des frictions énergiques sur les membres et sur le tronc, les tractions rythmées de la langue du docteur Laborde, l'urti-

cation, qui consiste à frapper la peau avec des orties, etc. Il est utile aussi de faire respirer de l'oxygène.

Nous devons aussi nous garder des efforts musculaires trop prolongés pendant des heures, soit à bicyclette, soit dans les courses à pied; *l'homme n'est pas une locomotive.* Et tout médecin et hygiéniste doit condamner absolument des efforts musculaires qui engendrent des toxines s'accumulant dans l'organisme et pouvant causer la mort. Qui ne se rappelle l'histoire du soldat de Marathon tombant pour ne plus se relever au moment où il venait d'annoncer la victoire!

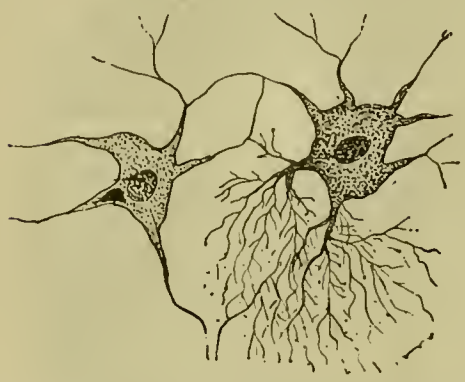

Fig. 73. — Cellules nerveuses provenant de la moelle épinière de l'homme.

Les animaux nous fournissent aussi des exemples bien probants :

Un lièvre poursuivi en plaine par plusieurs cavaliers fait des bonds prodigieux pour les éviter, et peut tomber paralysé et presque mort au bout de 20 à 25 minutes.

Le cerf poursuivi par les chasseurs et par les meutes de chiens s'arrête généralement au bout de quelques heures d'une course continue ; cependant, dans une chasse à courre, à Villers-Cotterets, un daguet, cerf âgé de deux ans, portant son premier bois, put échapper à une poursuite de 4 à 5 heures et disparaître dans un fourré. Les loups, paraît-il, ne peuvent pas être forcés à la chasse.

Je dois aussi recommander une certaine modération dans le travail intellectuel; le repos du cerveau s'impose comme celui de beaucoup d'autres organes, aussi je condamne absolument la mauvaise habitude de la lecture pendant le repas; le sang circule alors abondamment dans l'appareil digestif, il y a une anémie partielle du système nerveux. De même pendant la période de digestion qui suit le repas, il faut éviter les grands efforts intellectuels, par exemple la recherche de la solution

d'un problème difficile, et j'ajouterai même les grands efforts musculaires qu'exigent certains jeux, auxquels il vaudrait mieux se livrer avant les repas; cependant la digestion paraît favorisée par la marche à pied.

Le cervelet. — Le cervelet occupe la partie posté-

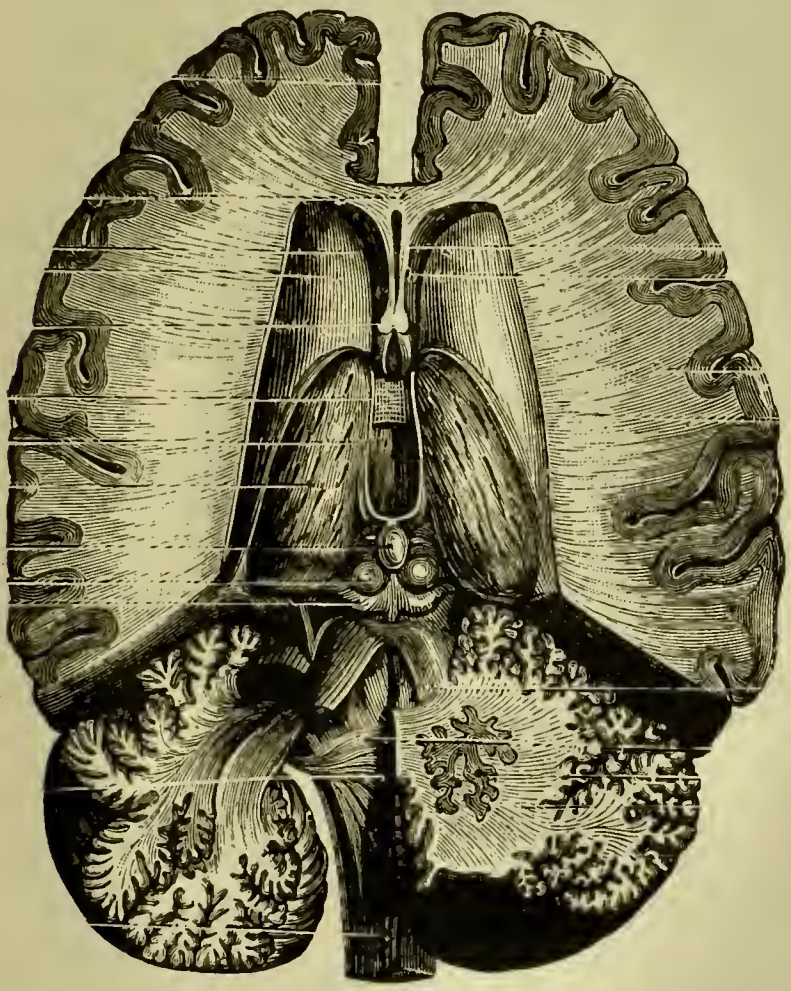

Fig. 74. — Coupe horizontale à travers le cerveau et le cervelet.

rieure et inférieure de la cavité du crâne (fig. 70); il est comme encaissé entre les fosses occipitales inférieures et le repli de la dure-mère, qu'on appelle tente du cervelet. (Cruveilhier, ouvrage cité.)

Le crâne et trois membranes, la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère, enveloppent le cerveau et le cervelet. Le cervelet, y compris la protubérance et le bulbe rachidien, pèse 120 à 150 grammes. Les figures 71, 72 et 74

représentent la forme et la structure de cet organe, sur lequel mon éminent prédécesseur Flourens a fait un grand nombre d'expériences qui l'ont conduit à l'affirmation suivante : « Dans le cervelet réside une propriété dont rien ne donnait encore l'idée en physiologie et qui consiste à coordonner les mouvements voulus par certaines parties du cerveau, excités par d'autres... Le cervelet est le siège exclusif du principe qui coordonne les mouvements de locomotion. »

Quand on fait des coupes convenables de cet organe, qui présente deux lobes latéraux et un lobe médian, on voit que la substance grise est extérieure, tandis que la substance blanche intérieure présente de la ressemblance avec les branches d'un arbre et a reçu des anatomistes le nom d'*arbre de vie*.

Les pédoncules du cervelet, au nombre de six, établissent des connexions entre ce viscère et le cerveau, la protubérance annulaire et la moelle épinière.

Moelle épinière. — La limite naturelle de la moelle est bien évidemment le sillon qui sépare le bulbe rachidien (contenu dans la cavité cranienne) de la protubérance annulaire...

Quant aux limites inférieures de la moelle, il s'en faut bien qu'elles soient celles du canal rachidien (fig. 75). Chez l'adulte, la moelle n'occupe que les régions cervicale et thoracique de la colonne vertébrale, et les régions lombaire et sacrée sont destinées au faisceau de nerfs connu sous le nom de queue de cheval...

La colonne vertébrale, la dure-mère, l'arachnoïde et la pie-mère forment à la moelle une quadruple enveloppe : la première, une enveloppe osseuse; la deuxième, une gaine fibreuse; la troisième, une gaine séreuse; la quatrième, une gaine propre, fibreuse et vasculaire tout à la fois. Cette dernière membrane, exactement moulée sur la moelle épinière, en soutient et comprime doucement toutes les parties.

La moelle épinière ne flotte pas librement dans le canal

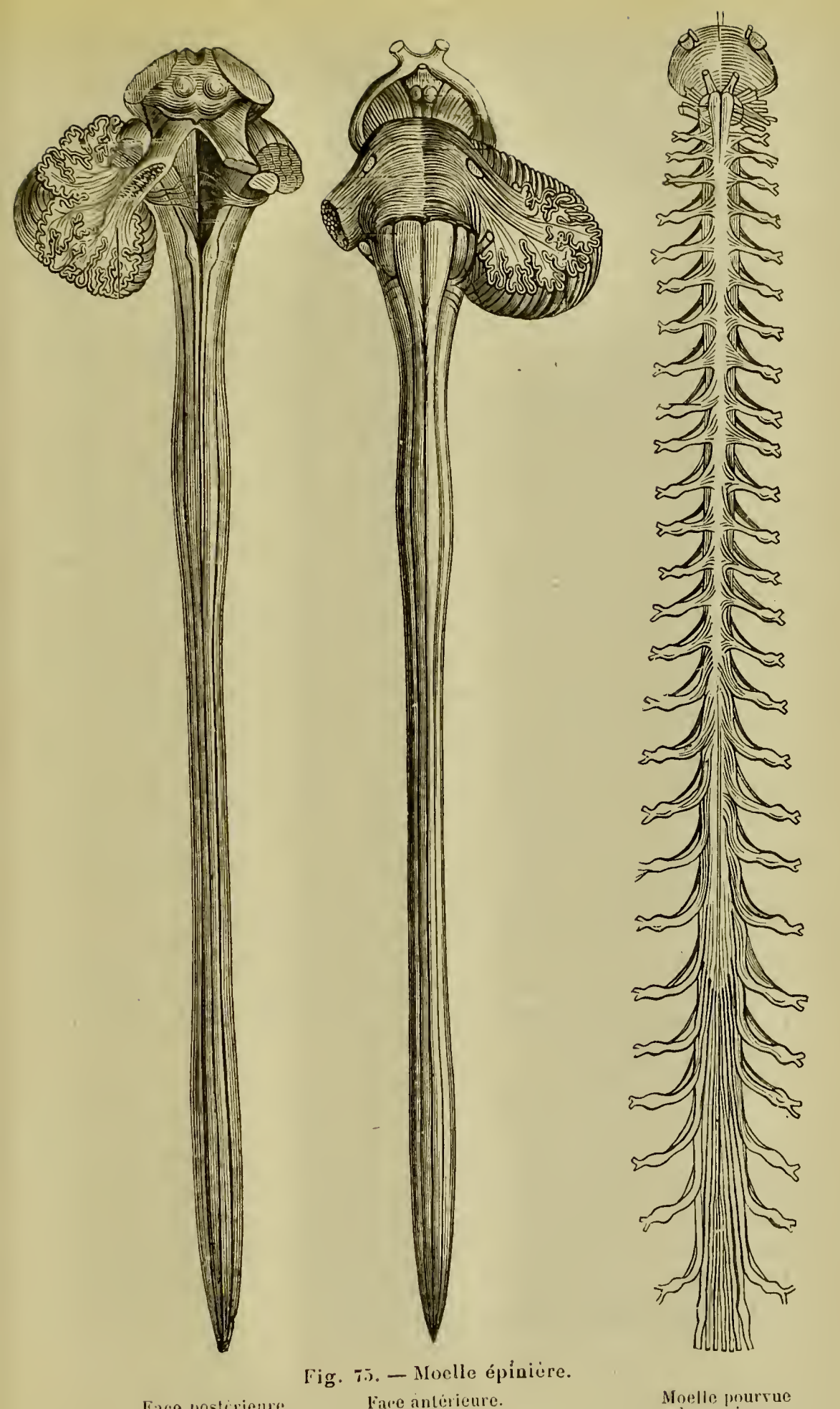

Fig. 75. — Moelle épinière.

Face postérieure. Face antérieure. Moelle pourvue des racines.

vertébral ; elle est maintenue de chaque côté par un ligament qu'on appelle *ligament dentelé*. (Cruveilhier, ouvr. cité.)

Dans la moelle épinière, si on examine une coupe transversale, on voit la substance blanche au dehors et la substance grise au dedans ; la première est constituée par des fibres nerveuses dont chacune présente une gaine extérieure (gaine de Schwann), une moelle nerveuse formée de matière grasse, et au centre le cylindre-axe qui est le conducteur spécial de l'influx nerveux.

Physiologie. — Il existe à la partie supérieure du cou, entre l'os occipital appartenant au crâne et la première vertèbre du cou, l'atlas, une région fort importante de la moelle épinière où se trouve le centre même des mouvements respiratoires, qui était connu de Galien et que Flourens a étudié et délimité avec le plus grand soin (nœud vital de Flourens). Si l'on sectionne à l'aide d'une pointe piquante une région de la moelle comprise au centre de la substance grise de quelques millimètres de largeur à droite et à gauche d'un plan médian, immédiatement les mouvements respiratoires s'arrêtent, l'air cesse de pénétrer dans les poumons, le cœur continuant à battre, le sang absorbe encore l'oxygène que contient l'arbre aérien, dont la provision est bientôt épuisée ; le sang qui revient des poumons au cœur gauche devient rouge sombre : c'est le sang de l'asphyxie, bientôt le cœur s'arrête.

Mais si l'on pratique la respiration artificielle avec mon appareil, le cœur continue à battre, les poumons reprennent leurs positions, le sang redevient rouge vif dans les artères.

Mais l'animal ne peut revenir à la vie, la lésion est mortelle. Toute lésion de la moelle épinière est très grave ; combien il arrive souvent, à notre époque, que des chutes d'automobile lancée à trop grande vitesse, machine très puissante et relativement légère, qui présente par suite peu de stabilité, déterminent des ruptures de la colonne vertébrale, paraplégie ou paralysie des membres inférieurs, maladie incurable !

Cependant j'ai vu dans le laboratoire du professeur Héger, directeur de l'Institut de physiologie Solvay, à Bruxelles, un chien sur lequel on avait pratiqué avec toutes les règles de l'antisepsie une section transversale de la moelle. L'animal guérit, et au bout de plusieurs mois il exécutait des mouvements volontaires dans les pattes antérieures commandées par le cerveau et par le tronçon antérieur de la moelle, tandis que des mouvements différents, en désaccord avec les premiers, avaient lieu dans les membres postérieurs et partaient d'ordres lancés par le tronçon postérieur de la moelle.

Cette belle expérience démontre que la moelle épinière est un véritable centre nerveux.

Nerfs rachidiens. — Tout le long de la moelle naissent des nerfs qui sortent de chaque côté par les trous de conjugaison existant entre les vertèbres et par les trous sacrés (fig. 76).

Il y a huit paires cervicales, en y comprenant le nerf sous-occipital, douze paires dorsales, cinq paires lombaires, six paires sacrées, en tout trente et une paires; ce qui correspond au nombre des vertèbres.

Les nerfs spinaux ou rachidiens sortent de la moelle par une double série de racines : les antérieures, qui naissent sur les parties latérales de la face antérieure de la moelle, et les postérieures, qui proviennent des parties latérales de la face postérieure : celles-ci présentent un ganglion qui se trouve un peu plus près du point d'union des racines antérieures avec les racines postérieures et au niveau du trou de conjugaison. Les expériences de Magendie ont démontré de la manière la plus nette que les racines antérieures sont motrices et envoient toutes leurs fibres aux différents muscles (*en avant, marche*, c'est une formule mnémotechnique que tous les étudiants en médecine connaissent).

Les racines postérieures sont sensitives, et dans le nerf mixte qui résulte de l'union des racines il n'est pas possible de distinguer anatomiquement et au microscope

Fig. 76. — Ensemble du système nerveux de l'homme ; de chaque côté de la moelle pourvue de racines, on voit les deux chaînes ganglionnaires du nerf grand sympathique.

les fibres sensitives des fibres motrices. La distinction se fait à l'origine centrale médullaire, et à la terminaison périphérique ; toute fibre motrice se rend à un muscle et se termine par une colline nerveuse qui a été découverte par Doyère dans le tardigrade, petit animal reviviscent, et parfaitement étudiée et photographiée par mon prédécesseur le professeur Rouget.

Mouvements réflexes de la grenouille. — On prend une grenouille bien vive, et on sectionne avec des ciseaux la tête en arrière des globes oculaires ; la section portant au-dessus du centre des mouvements respiratoires, ceux-ci continuent dans le plancher buccal, mais ils sont devenus inefficaces, parce que les fosses nasales ont été enlevées, et par suite les contractions des mus-

cles qui garnissent les ouvertures des narines et qui sont alternes avec celles du plancher buccal ne peuvent plus avoir d'effet utile. Le mécanisme du renouvellement de l'air chez les batraciens, qui a été parfaitement étudié par Paul Bert, a été détruit.

La grenouille ainsi préparée et qui n'a plus de cerveau et de mouvements volontaires est fixée verticalement sur un support à l'aide d'une épingle ; on approche de l'extrémité d'une patte postérieure un verre à expérience contenant de l'eau additionnée d'acide acétique ou de vinaigre : aussitôt l'animal décapité retire la patte ; on lave le membre avec de l'eau, les mouvements s'arrêtent.

On répète la même expérience sur l'autre patte, et on observe le même phénomène ; mais si, à l'aide d'une aiguille introduite dans le canal rachidien, on détruit la moelle épinière, l'expérience ne réussit plus. La patte plongée dans l'acide reste inerte, le centre nerveux a été annihilé.

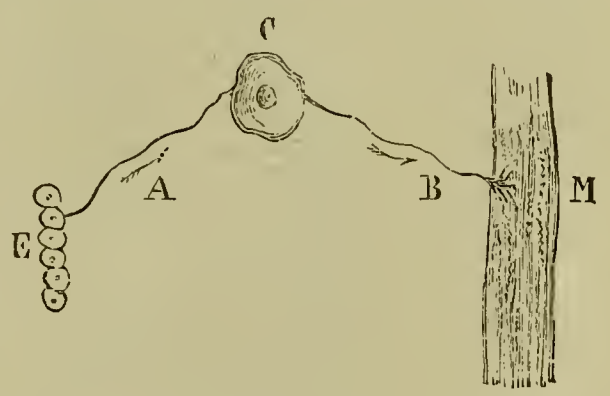

Fig. 77. — Figure schématique représentant un nerf sensible A se rendant à une cellule nerveuse C, et un nerf moteur B se rendant au muscle M.

L'explication que tous les physiologistes donnent est celle-ci : les nerfs sensibles de la patte ont été impressionnés par le liquide acide, la sensation a été transmise aux cellules sensitives de la moelle épinière (centre nerveux), puis propagée aux cellules motrices, qui ont envoyé par les nerfs moteurs l'ordre aux muscles de se contracter (fig. 77). Il y a de l'analogie dans la marche de l'influx nerveux et la marche d'un rayon de lumière qui, frappant une surface polie, est réfléchi par le miroir, d'où le nom de mouvement réflexe donné au phénomène physiologique qu'il est si facile de constater.

Il ne faudrait pas croire qu'après la destruction de la moelle toute propriété ait disparu dans les membres inférieurs de la grenouille; si on la prépare à la façon de Galvani, en isolant les nerfs lombaires et en dépouillant les membres de la peau, on répète toujours avec succès l'expérience de l'illustre physiologiste, en réunissant par un arc double, fil de zinc et fil de cuivre, les nerfs aux muscles; on observe alors des contractions très vives dans tous les muscles.

Si l'on place sous les nerfs lombaires deux fils de platine isolés (pince électrique) communiquant avec les extrémités d'une bobine d'induction de du Bois-Reymond, chaque interruption d'un courant inducteur produite par l'émersion d'un fil de cuivre plongeant dans le mercure donne naissance à un courant induit qui fait contracter les muscles; les membres postérieurs placés dans la flexion se mettent aussitôt en extension.

Les nerfs sont si sensibles à l'action de l'électricité que, les bobines étant séparées par une distance de 50 centimètres, la pince électrique appliquée sur les nerfs lombaires ou sur le nerf sciatique détermine encore des contractions musculaires.

CHAPITRE II

Nerfs vaso-moteurs.

Nerfs vaso-moteurs. — Expérience classique de Claude Bernard. — Sur un lapin vivant convenablement fixé, on découvre, par une incision faite au milieu du cou, le tube cartilagineux et membraneux, nommé la trachée-artère, toujours béante pour conduire l'air aux poumons; sur l'un des côtés de la trachée on isole le tissu

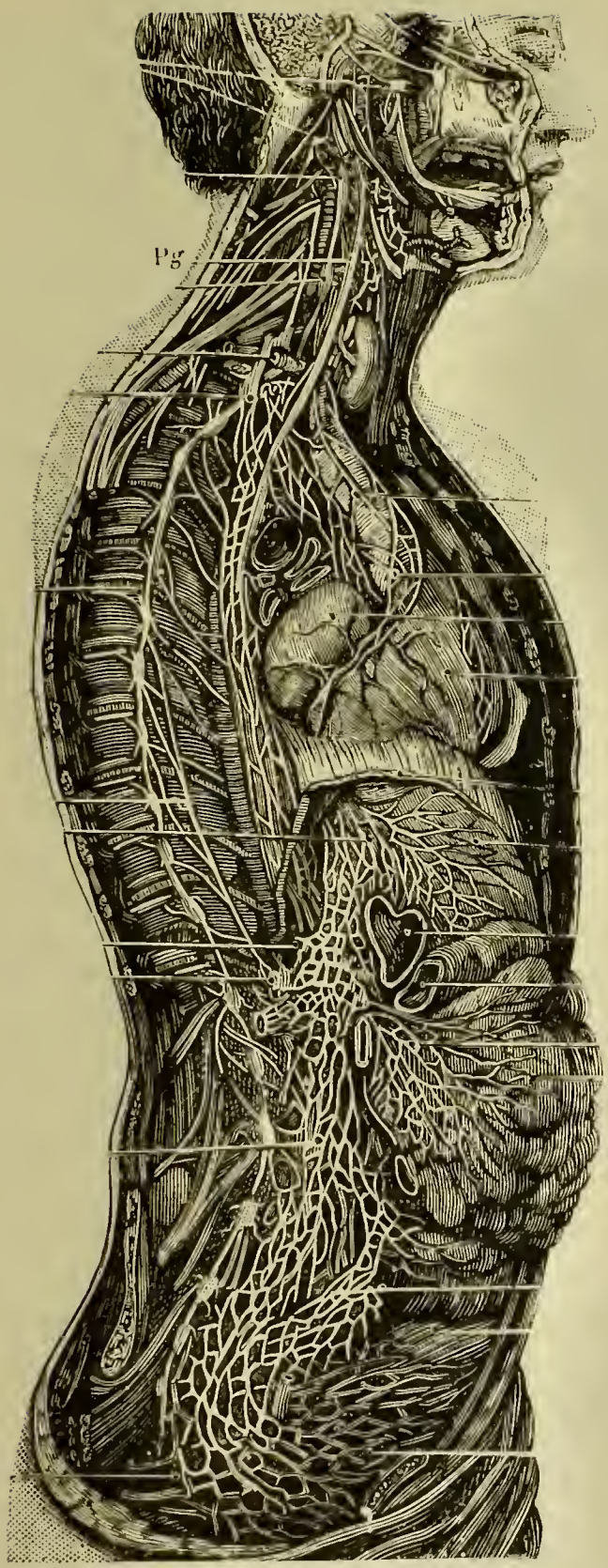

Fig. 78. — Ensemble des filets nerveux fournis par le grand sympathique du côté droit et par le pneumogastrique *Pg*.

cellulaire et on arrive facilement, à l'aide d'une pointe métallique mousse légèrement recourbée (tenaculum), à un paquet vasculaire et nerveux comprenant l'artère carotide, qui mène le sang du cœur à la tête et au cerveau; à côté de l'artère se trouvent trois nerfs : 1° le plus gros est le nerf pneumogastrique, dont le rôle physiologique est si important, qui se distribue au cœur, aux poumons, à l'estomac; deux très petits nerfs que l'on aperçoit mieux à la loupe qu'à l'œil nu : ce sont : 2° le filet cervical du grand sympathique (fig. 78), qui réunit le ganglion cervical inférieur au ganglion cervical supérieur, d'où partent des filets se rendant aux parois des artères qui renferment des fibres musculaires lisses; 3° le nerf dépresseur de Ludwig et de Cyon, dont j'ai déjà parlé, qui naît du nerf pneumogastrique et du nerf laryngé supérieur, branche du pneumogastrique, qui a été nommé nerf dépresseur parce qu'il fait diminuer la pression du sang dans les artères lorsqu'on l'excite par un courant électrique. Ce nerf, qui se rend au cœur, est sensible : lorsqu'un obstacle se présente dans l'étendue de l'arbre circulatoire, le dépresseur est excité, les artères se dilatent, les voies offertes au sang deviennent plus larges.

Mais je dois insister ici sur le filet cervical du grand sympathique. Lorsque, après avoir passé un fil sous ce nerf, on le lie et on le sectionne, on aperçoit bientôt dans l'oreille du lapin, du même côté, des vaisseaux sanguins plus larges et parcourus par une quantité de sang plus grande que dans l'oreille de l'autre côté; les artères en particulier se dilatent, l'oreille est plus rouge et plus chaude, ce que l'on reconnaît avec un thermomètre, ou avec les deux doigts index que l'on fait pénétrer dans les deux pavillons.

Brown-Séquard a reconnu que si l'on excite par des courants induits le bout périphérique de ce nerf, les vaisseaux de l'oreille se contractent et à la turgescence succède la pâleur. Ainsi a été complétée la démonstration de ce fait capital : les nerfs du grand sympathique

font contracter les fibres musculaires lisses des artères; ce sont des nerfs vaso-moteurs.

Expérience d'Armand Moreau. — Armand Moreau, élève de Claude Bernard, a démontré par une expérience directe que le filet cervical du grand sympathique n'est pas le seul nerf moteur des vaisseaux de l'oreille. Il y a un autre nerf, le grand auriculaire, qui pénètre dans le

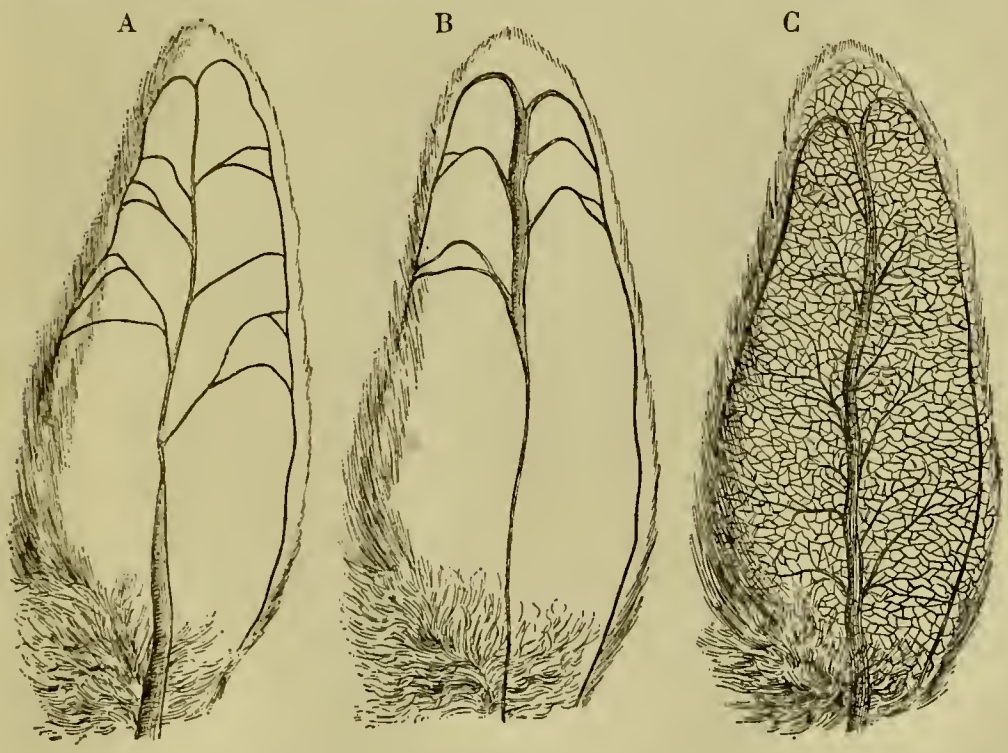

Fig. 79.

A. L'oreille du lapin qui a subi la section du sympathique : le nerf grand auriculaire du plexus cervical faisant contracter la portion d'artère qu'il anime.
B. L'oreille du lapin qui a subi la section du nerf grand auriculaire. La figure représente le moment où l'influence du filet sympathique cervical galvanisé s'exerce sur la portion d'artère qu'il anime.
C. L'oreille du lapin après la section des deux nerfs.

pavillon de l'oreille et qu'il est facile d'isoler et de sectionner à la base de ce pavillon; pour trouver ce nerf, je mouille le pavillon avec de l'eau salée et je promène la pince électrique; quand j'arrive à l'endroit où se trouve le nerf, l'animal crie et s'agite; à la section qui entraîne la paralysie de ce nerf correspond une dilatation beaucoup plus grande des artères de l'oreille, dans la partie où se rendent les filets du grand auriculaire.

Les figures 79, que j'ai reproduites d'après les Mé-

moires d'A. Moreau (Masson éditeur), démontrent très clairement le phénomène.

Nous voyons donc que la distribution des nerfs vaso-moteurs est très compliquée, puisqu'ils naissent de branches différentes qui se rendent en des régions vasculaires distinctes. Lorsque, par suite d'émotion, le rouge apparaît au visage, à l'origine centrale se produit un certain degré de paralysie des nerfs vaso-moteurs qui cessent de maintenir la tonicité des fibres musculaires lisses des artères; celles-ci se dilatent et sont traversées par une plus grande quantité de sang.

CHAPITRE III

L'œil et la vision.

L'œil est un merveilleux instrument d'optique que nous ne pouvons pas trop admirer, car il nous fait connaître et percevoir la lumière, tous les objets qui nous entourent, les astres qui brillent dans l'Univers immense dont il nous est impossible de comprendre l'étendue, et les corps qui réfléchissent les rayons émis par les corps lumineux. C'est l'œil qui nous fait connaître la forme et la structure de l'homme, des animaux, des plantes, des minéraux, des fossiles, etc., de tout ce que présente à notre examen la Nature si riche, si variée, si féconde, *la Nature maîtresse de l'art* (*Natura artis magistra,* inscription bien juste qui se trouve à la porte du magnifique jardin zoologique et botaniqne d'Amsterdam).

L'illustre physicien et physiologiste Helmholtz a écrit un gros volume sur l'œil, l'*Opthalmologie,* qui a été traduit par mon savant collègue de l'Académie de médecine, M. le docteur Javal. C'est une œuvre considérable, qu'il est impossible de résumer. Je ne puis donner ici que des

notions succinctes sur un organe dont l'activité est incessante et nous préserve, à Paris et dans les grandes villes, des accidents qui nous menacent à chaque instant.

Anatomie de l'œil. — L'œil est un globe presque sphérique (fig. 81), formé d'une membrane blanche, résistante, la sclérotique, dans laquelle est enchâssée en avant la cornée transparente comme un verre de montre, dont la surface est peu différente de celle d'une sphère.

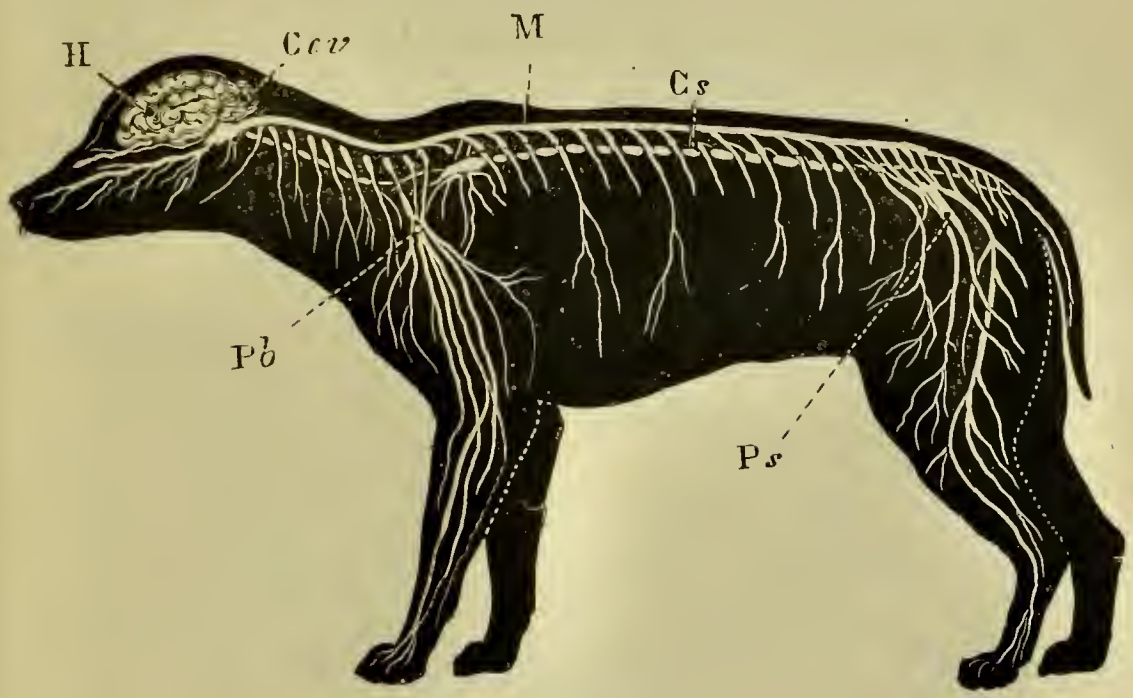

Fig. 80. — Ensemble du système nerveux du chien.
H, hémisphères ; Cev, cervelet ; M, moelle épinière ; Pb, plexus brachial ; Ps, plexus sacré ; Cs, cordon sympathique.

En arrière de la cornée on voit un diaphragme vertical mobile, l'*iris,* dont l'ouverture, appelée pupille, se dilate ou se retrécit très facilement. Il suffit de passer de l'obscurité à la lumière pour voir le mouvement de rétrécissement ; le passage inverse de la lumière à l'obscurité montre la dilatation. Le tissu de l'iris contient beaucoup de vaisseaux et de fibres musculaires lisses ; les unes forment un anneau autour de la pupille, les autres sont radiées ; excitées par certains nerfs et par certains poisons, ces fibres dilatent ou resserrent la pupille : exemple, l'excitation électrique du filet cervical du grand sympa-

thique isolé chez le lapin, détermine la contraction des fibres radiées et la dilatation de la pupille, comme l'atropine, alcaloïde de la belladone. Les fibres nerveuses qui déterminent la contraction de la pupille appartiennent au nerf moteur oculaire commun. Derrière l'iris se

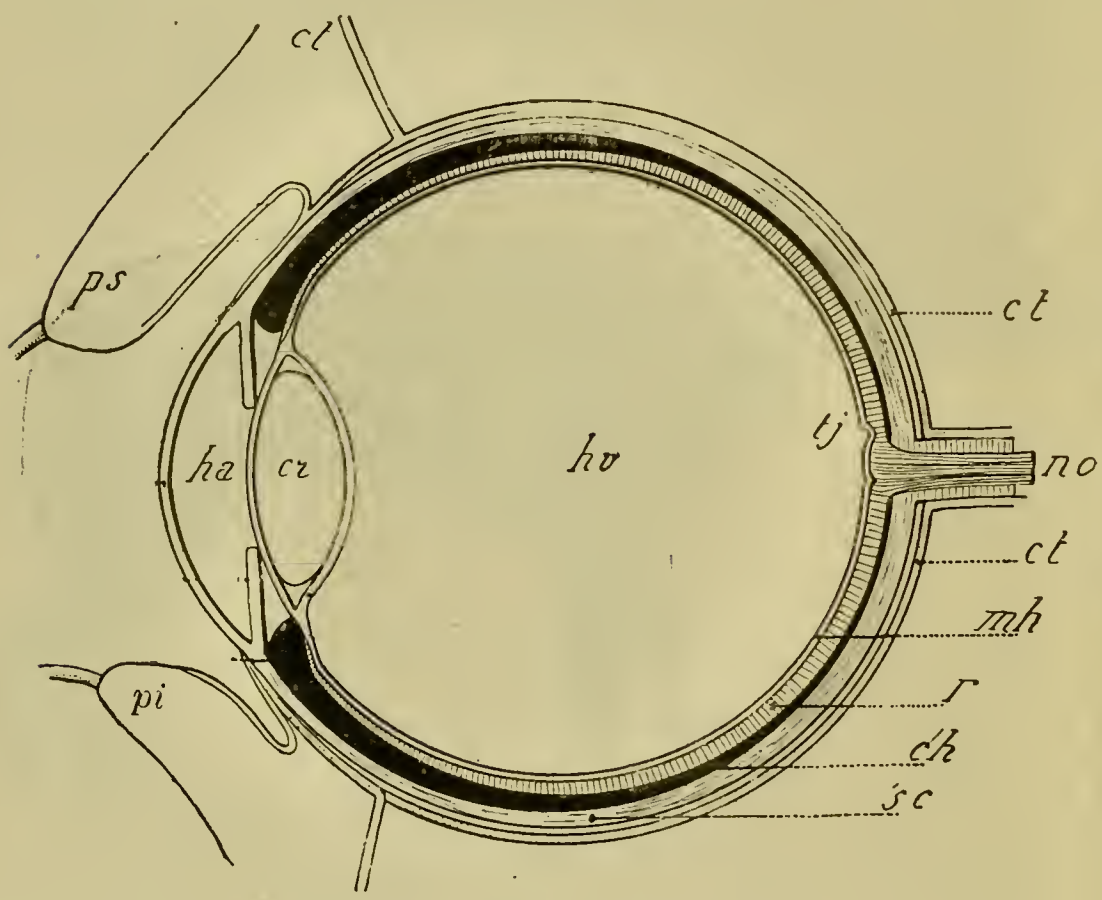

Fig. 81. — Coupe verticale de l'œil.

sc, sclérotique; *ch*, choroïde; *r*, rétine; *mh*, membrane hyaloïde; *no*, nerf optique; *ct*, cornée transparente; *i*, iris; *cr*, cristallin; *ha*, humeur aqueuse; *hv*, humeur vitrée; *tj*, tache jaune; *ps*, *pi*, paupière supérieure et paupière inférieure.

trouve une lentille biconvexe parfaitement transparente, le *cristallin,* dont la face postérieure est plus bombée que la face antérieure; l'intervalle qui sépare la cornée de l'iris et du cristallin est rempli d'un liquide qui a reçu le nom d'*humeur aqueuse*.

Le globe de l'œil, en arrière du cristallin, contient un liquide gélatineux transparent qu'on appelle *corps vitré* et qui est renfermé dans la membrane hyaloïde.

En dedans, l'œil est tapissé par une membrane mince très vasculaire, qui recouvre la face interne de la sclérotique, et qu'on appelle choroïde. Cette membrane offre des couches de cellules pigmentaires noires qui font de l'intérieur du globe une véritable chambre noire; les albinos ne possèdent pas ce pigment, leurs yeux sont rouges et la vision devient imparfaite. Autour du cristallin, on trouve au bord de la choroïde un muscle formé de fibres lisses : le muscle ciliaire ou muscle de Brücke, qui a été étudié spécialement par le professeur Rouget et qui paraît jouer un rôle dans les déformations du cristallin qui produisent l'accommodation découverte par Helmholtz.

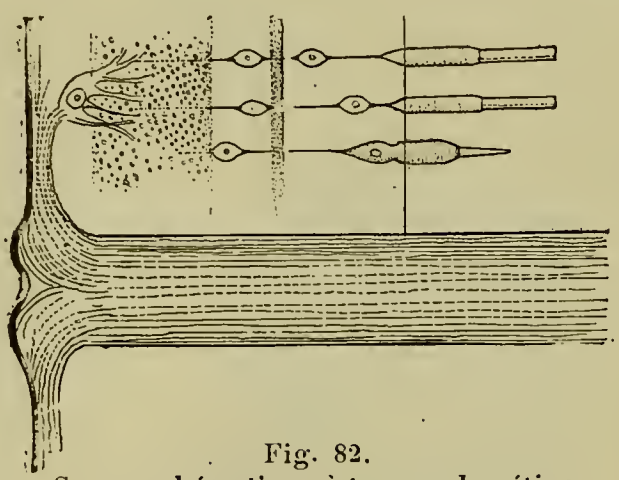

Fig. 82.
Coupe schématique à travers la rétine.

En arrière du corps vitré on trouve une membrane formée de plusieurs couches dont la structure est très compliquée; c'est la *rétine,* épanouissement du gros nerf optique (fig. 82); la couche des bâtonnets et des cônes est appliquée sur la choroïde; c'est sur elle que se dessinent les images de tous les objets extérieurs; ainsi les éléments sensibles de la rétine ne sont pas tournés chez l'homme vers le cristallin, mais vers le fond de l'œil, de sorte que les rayons lumineux traversent les diverses couches translucides de la rétine avant d'impressionner les terminaisons des fibres du nerf optique.

Expérience de Magendie. — C'est une expérience très importante due à Magendie et que j'ai souvent répétée dans mes cours. On choisit un œil de bœuf blanc (albinos) ou de lapin blanc enlevé de l'orbite; on l'enchâsse dans un cylindre de carton noirci, de même diamètre, fixé par un support, et on tourne la cornée transparente vers une

source de lumière, la flamme d'une lampe, par exemple; l'observateur placé dans une chambre noire, derrière le globe oculaire, aperçoit, par transparence sur la rétine, une image plus petite et renversée de la flamme.

Construction géométrique dans l'œil de la marche des rayons envoyés par un point lumineux éloigné. — En appliquant les lois de la réfraction de la lumière si

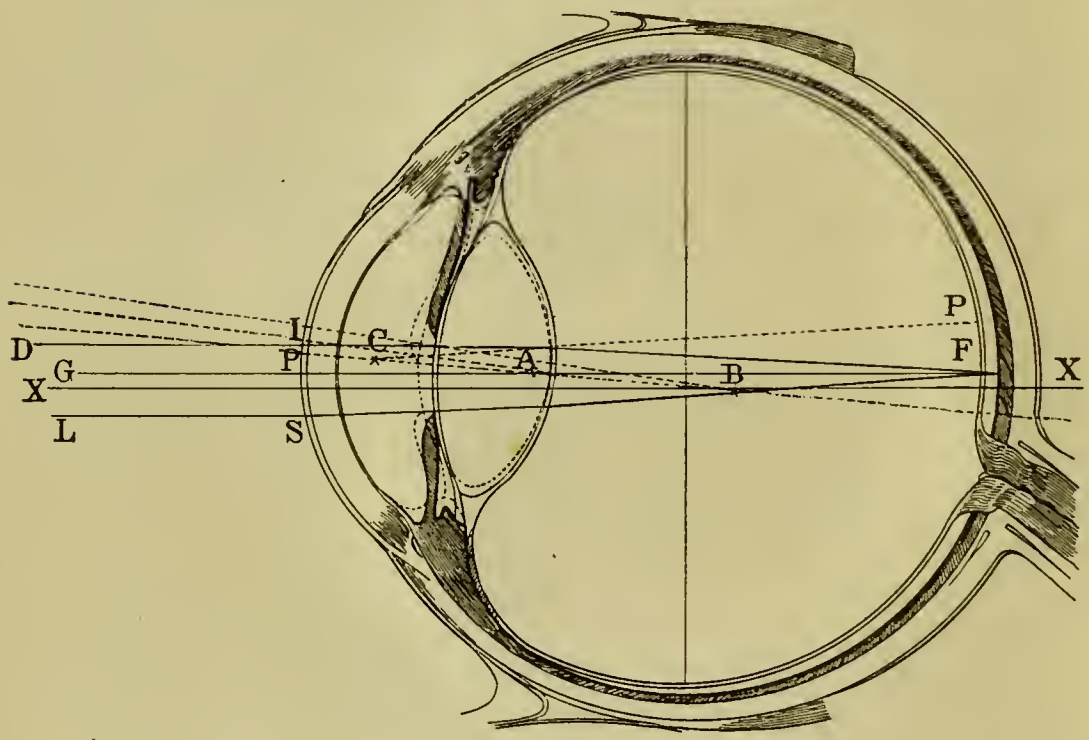

Fig. 83. — Construction géométrique de la marche des rayons qui, partis d'un point très éloigné, viennent frapper l'œil.

DI, GP, LS, rayons parallèles à l'axe; F, leur point de concours sur la rétine (Grehant).

bien établies par l'illustre Descartes, et les indices de réfraction des divers milieux de l'œil sur l'œil schématique de Giraud-Teulon, j'ai obtenu la figure 83, qui démontre que les rayons parallèles venant d'un point lumineux situé au loin vont, après une série de réfractions, concourir en un seul point sur la rétine; cette figure est empruntée à mon *Manuel de physique médicale* (Germer-Baillière, 1869).

Accommodation. — L'œil est un organe actif qui diffère absolument de tous les appareils d'optique d'invention

humaine : en effet, il s'adapte facilement à la vue distincte des objets éloignés ou rapprochés : une expérience très simple le démontre ; par une fenêtre ouverte, regardons attentivement des objets éloignés, nous les voyons nettement ; mais une épingle tenue à 30 centimètres environ de la pupille nous apparaît comme une ligne noire, enveloppée d'une pénombre mal limitée ; si, au contraire, nous fixons l'épingle, les objets éloignés sont vus confusément.

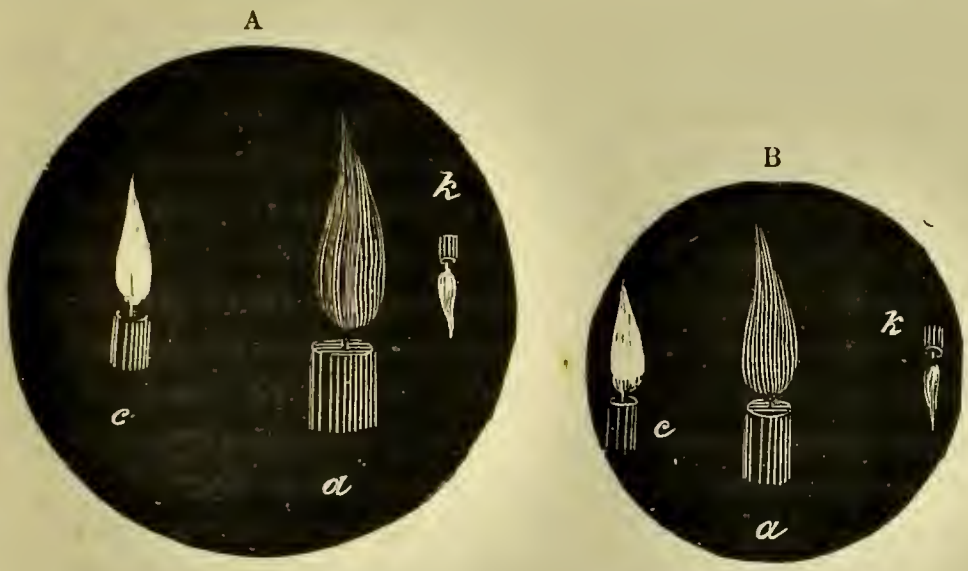

Fig. 84. — Positions et grandeurs des images de Purkinje données par une bougie placée devant l'œil.

A, dans la vision des objets éloignés ; B, dans la vision des objets rapprochés. — *c*, image cornéenne ; *a*, image due à la face antérieure du cristallin ; *k*, image produite par la face postérieure du cristallin.

Helmholtz, membre associé étranger de l'Académie des sciences, a mesuré, à l'aide d'un instrument spécial qu'il a nommé *ophtalmomètre,* les trois images de Purkinje (fig. 84) que l'on aperçoit dans l'œil quand on dirige obliquement les rayons lumineux sur l'œil d'une personne ou d'un animal, et qui sont dues à des réflexions sur les miroirs convexes formés par la cornée transparente et la face antérieure du cristallin et par le miroir concave formé par la face postérieure de cette lentille. Cet illustre savant a reconnu que, dans la vision au loin, la face antérieure du cristallin de l'homme vivant a un rayon de courbure

égal à $11^{mm},9$, tandis que dans la vision d'un objet rapproché ce rayon est devenu plus petit, égal à $8^{mm},6$; ce changement de forme du cristallin, dont la courbure antérieure augmente, rend compte de la déviation plus énergique des rayons incidents qui vont se réunir sur la rétine.

Œil normal. — L'œil normal à l'état de repos est accommodé, pour la vision des objets éloignés; l'organe ne fait alors aucun effort, et le muscle ciliaire n'agit pas. Si nous examinons des objets rapprochés, le muscle ciliaire se contracte, le cristallin change de forme, et les images se produisent nettement sur la rétine. Pour reconnaître quelle est la limite de cette accommodation, approchons l'œil de la page d'un livre et cherchons la plus petite distance à laquelle les caractères sont vus distinctement. L'œil est-il approché un peu plus, les caractères deviennent confus, par la formation de centres de diffusion sur la rétine. Pour un œil normal, bien constitué, le point le plus voisin que nous puissions voir distinctement se trouve à 11 centimètres environ (*punctum proximum*).

L'appareil d'accommodation qui fonctionne bien régulièrement pendant la jeunesse et dans l'âge mûr diminue d'énergie quand l'homme avance en âge, et la distance du *punctum proximum* devient plus grande; on devient presbyte : il faut éloigner de l'œil la page que l'on veut lire; pour suppléer au défaut de convergence des rayons, il faut faire choisir par un opticien une lentille convexe de rayons convenables.

Chez le myope, les rayons parallèles se réunissent en un foyer situé avant la rétine, se croisent en ce point et rencontrent la membrane nerveuse suivant des cercles de diffusion donnant une image confuse; pour remédier à ce défaut de l'œil, il faut employer des lunettes biconcaves, qui ramènent le foyer sur la rétine.

Hypermétropie. — L'œil peut présenter une anomalie inverse : si le diamètre antéro-postérieur du globe est trop court, dans l'état de repos, les rayons parallèles ne

se rencontreraient que derrière la rétine; on emploie, pour remédier à ce défaut de l'œil, des verres convergents, biconvexes ou plan-convexes.

Une anomalie particulière de l'œil n'est soulagée ni par l'usage des lentilles convergentes ni par celui des lentilles divergentes. Si l'on présente à certaines personnes une surface quadrillée formée de lignes noires parallèles, horizontales ou verticales, elles ne voient nettement que

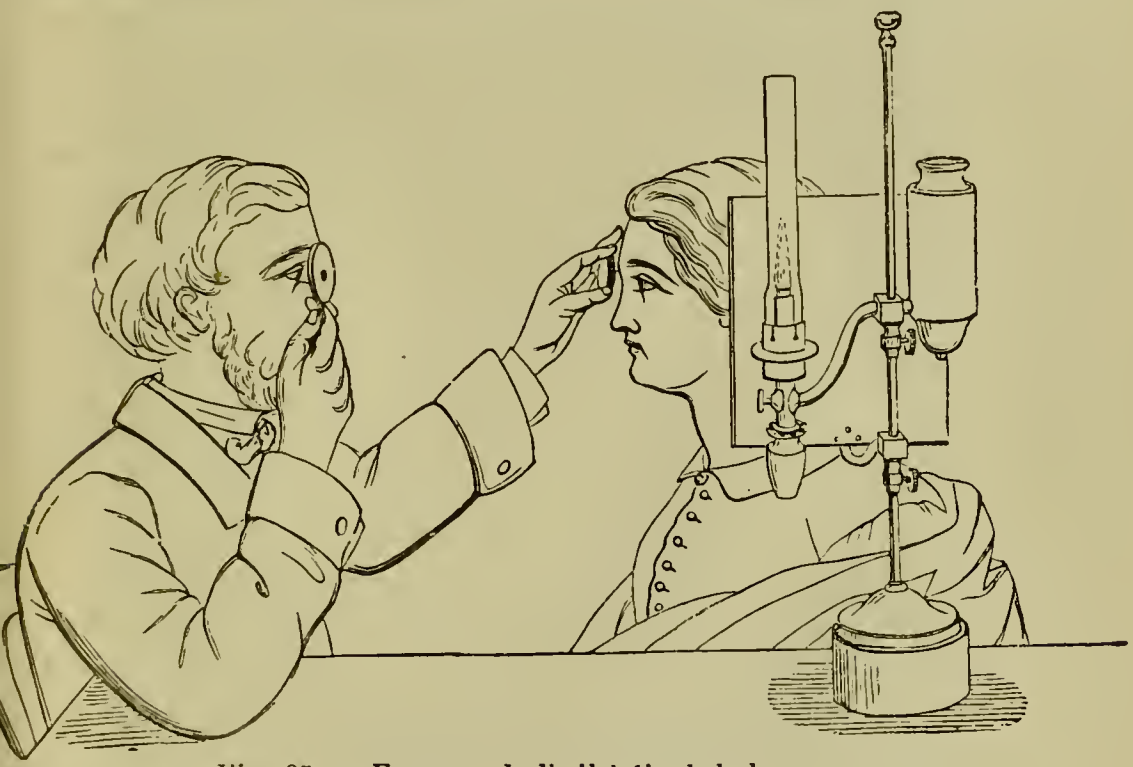

Fig. 85. — Examen de l'œil à l'ophthalmoscope.

les unes ou les autres. Ce défaut de l'œil, qui a été désigné sous le nom d'*astigmatisme,* tient à ce que dans différents plans l'œil ne possède pas le même pouvoir réfringent.

On remédie à ce défaut par l'emploi de verres cylindriques.

Dans tous les cas d'anomalie de la vision il est indispensable de consulter un médecin oculiste, qui, par l'examen des yeux, indiquera exactement le numéro des verres le plus convenable pour remédier aux défauts de l'œil, et qui pourra reconnaître, en outre, si les yeux sont inégaux et exigent des verres de numéros différents.

Une des plus grandes découvertes qui aient été faites est celle de l'*ophthalmoscope* par Helmholtz (fig. 85) : cet instrument, qui sert à éclairer les milieux de l'œil et la rétine et à les observer avec une lentille convergente ou divergente, rend d'excellents services pour établir le diagnostic des maladies de l'œil (fig. 86).

Fig. 86. — Fond de l'œil gauche de l'homme vu à l'ophthalmoscope. T*j*, tache jaune ; *p*, papille du nerf optique ; *a*, artères ; V veines.

Composition de la lumière blanche : les couleurs.

La lumière solaire est composée de rayons diversement colorés. — Une expérience très simple, qui consiste à faire tomber un faisceau de rayons solaires sur un prisme horizontal de verre dans une chambre noire, nous montre sur un écran une image colorée qui a reçu le nom de spectre solaire, qui présente sept couleurs principales : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orangé, rouge.

Newton a expliqué le phénomène du spectre en démontrant que la lumière blanche est formée de rayons inégalement réfrangibles, le violet étant plus dévié par le prisme que le rouge, et je renvoie le lecteur aux traités élémentaires de physique, qui donnent les détails de ces démonstrations.

Après avoir fait l'analyse de la lumière blanche, Newton en fit aussi la synthèse ; on prend un disque formé de secteurs de verres colorés, convenablement choisis, présentant la succession des couleurs du spectre; on fait tourner le disque rapidement, et l'œil reçoit l'impression de la lumière blanche.

Il existe dans le spectre solaire des raies obscures, qui ont été découvertes par Frauenhofer; les couleurs ne sont donc pas continues, et il y a dans l'étendue du spectre un certain nombre d'interruptions. Le spectroscope qui a été employé par Kirchoff et Bunsen à l'étude des raies brillantes des vapeurs métalliques et qui a permis de découvrir les métaux qui existent dans le soleil et dans les étoiles, a rendu aussi des services aux physiologistes, en faisant connaître les bandes d'absorption données par l'hémoglobine, dont j'ai parlé dans l'étude du sang.

On peut aussi avec le spectroscope étudier les couleurs émises par les corps colorés opaques ou transmises par les corps transparents. On appelle complémentaires deux couleurs qui en se réunissant donnent du blanc; par exemple, *le rouge et le bleu verdâtre,* le jaune et l'indigo, le vert et le pourpre, forment des couleurs qui donnent à l'œil l'impression de la couleur blanche.

Chevreul, qui a étudié avec beaucoup de soin les phénomènes de contraste des couleurs, le contraste successif et le contraste simultané des couleurs, et qui par ses bons conseils a rendu et continue à rendre aux peintres et aux artistes de la tapisserie de si grands services, a indiqué comment on trouve expérimentalement la couleur complémentaire d'une couleur donnée : on fixe sur un disque horizontal traversé par un axe vertical auquel

on peut imprimer une grande vitesse de rotation à l'aide d'une corde, comme dans une toupie, une feuille circulaire de papier blanc, sur laquelle on colle un cercle de papier rouge dont le diamètre est égal à la moitié du diamètre du cercle blanc : dès qu'on met le disque en mouvement, la zone blanche s'illumine de la couleur complémentaire cherchée, c'est une nuance bleu verdâtre.

C'est un fait d'observation que dans un tableau, le voisinage de couleurs complémentaires est agréable à la vue, tandis qu'il y a des couleurs dont le voisinage nous déplaît. Je me rappelle qu'un jour, dans une visite que je faisais au vénérable Chevreul, un dimanche, il me conduisit à la fenêtre, d'où nous voyions passer de nombreux visiteurs, et il me fit remarquer une jeune fille qui, sur une robe de couleur, portait de larges rubans jaunes. « Quel manque de goût chez la mère! me dit-il. C'est très rare à Paris. »

Daltonisme. — Il y a des personnes qui ne distinguent pas une ou plusieurs couleurs fondamentales; ce défaut de la vision, la cécité partielle des couleurs qui, par exemple, ne permet pas de distinguer le rouge, peut être funeste dans la marine, à cause des signaux; aussi tous les candidats à l'Ecole navale et les matelots sont soumis d'abord à un examen médical, et si le daltonisme existe, la réforme est immédiate. Je connais un exemple remarquable de la puissance de la volonté, chez un candidat à l'Ecole navale qui s'était vu refuser l'entrée de cette belle carrière à laquelle il aspirait, parce qu'il ne distinguait pas les couleurs : pendant un an tout entier, il allait tous les soirs dans un magasin de laines de Brest et s'exerçait à en reconnaître les couleurs; à force de persévérance, il vit disparaître le daltonisme, il fut reçu à l'Ecole navale, et aujourd'hui il occupe une situation élevée dans la marine.

Précautions à prendre pour protéger les yeux. — Les yeux sont très mobiles, car sur le globe de l'œil six

muscles, quatre droits et deux obliques, viennent se fixer par leurs tendons et peuvent imprimer à l'œil toutes sortes de mouvements (fig. 87). En outre, les paupières, garnies de cils, peuvent empêcher les poussières et les corps étrangers de blesser la cornée ou la conjonctive, membrane qui revêt la sclérotique et la face profonde des paupières.

Quand on voyage en chemin de fer, par exemple, il faut

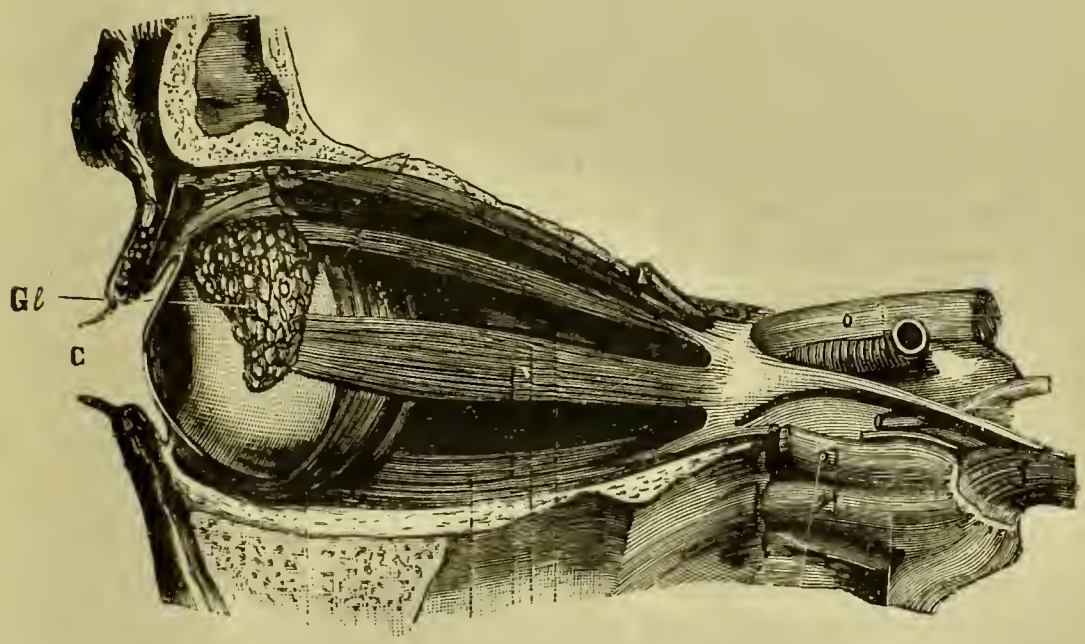

Fig. 87. — Coupe verticale de l'orbite.

C. cornee transparente et globe de l'œil ; G*l*, glande lacrymale ; muscles de l'œil.

éviter, pendant la marche des trains, de passer la tête à la portière, car on peut recevoir soit des poussières de charbon de la locomotive, soit des poussières déplacées par le train, et qui font rougir et congestionner la surface de l'œil.

Les voyageurs en automobile emploient des lunettes teintées spéciales qui les protègent contre les poussières et contre la lumière trop brillante du soleil.

Nous vivons à une époque de lumières trop vives : lumière électrique, lampes à arc, bec Auer à gaz, bec à acétylène, lampes à incandescence; quand on fixe pen-

dant quelques instants l'une de ces lumières, si l'on ferme les paupières avec un doigt, on aperçoit sur la rétine une image persistante, qui peut durer plusieurs minutes, et cette persistance de l'image nous démontre l'énergie de l'impression faite sur la rétine.

L'illustre Newton, que l'on ne peut trop honorer, ayant fixé le soleil pendant quelques instants avec son télescope, vit l'image persistante de l'astre sur la rétine durer un temps très long. Pendant plusieurs jours il se condamna à rester dans une chambre noire, et il revoyait souvent cette image inquiétante, qui aurait pu déterminer la cécité. Un phénomène plus extraordinaire encore se produisit : sur l'autre œil, qui n'avait pas servi à la vision directe de l'Etoile-Soleil (selon l'expression pittoresque et vraie de M. C. Flammarion), Newton percevait aussi l'image du soleil.

Je ne puis trop recommander à tous ceux qui sont exposés aux rayons lumineux de nos lumières artificielles de ne jamais fixer ces lumières, mais de se servir d'abat-jour, ou de globes translucides, ou d'écrans atténuant l'intensité de la lumière. Nos aïeux travaillaient à la lueur d'une chandelle ou d'une lampe fumeuse ; nous avons multiplié par 100 ou par 1,000 l'intensité de ces modes d'éclairage primitifs : défions-nous de produire des lésions incurables des éléments nerveux si délicats de l'œil, la merveille de la Nature.

L'usage du microscope, qui rend tant de services dans l'étude de l'histologie et de la bactériologie, demande aussi de la modération, et ceux qui travaillent devraient limiter à un petit nombre d'heures par jour l'emploi de cet instrument, qui nous a révélé tant de détails intéressants de structure et tant de microorganismes invisibles à l'œil nu, qui étaient complètement ignorés des anciens. C'est le microscope qui a permis à mon savant collègue le professeur Laveran la grande découverte des hématozoaires qui vivent dans le sang, et en particulier dans les globules du sang, et qui sont la cause des fièvres intermit-

tentes si fréquentes et si dangereuses dans les pays marécageux (fig. 88). Les sels solubles de quinine provenant de la précieuse écorce de quinquina du Pérou (quinine découverte par Pelletier et Caventou), doivent être pris par précaution lorsqu'on arrive dans certains pays, pour lutter contre l'invasion des fièvres paludéennes. Il est certain que les germes des hématozoaires flottent dans l'air

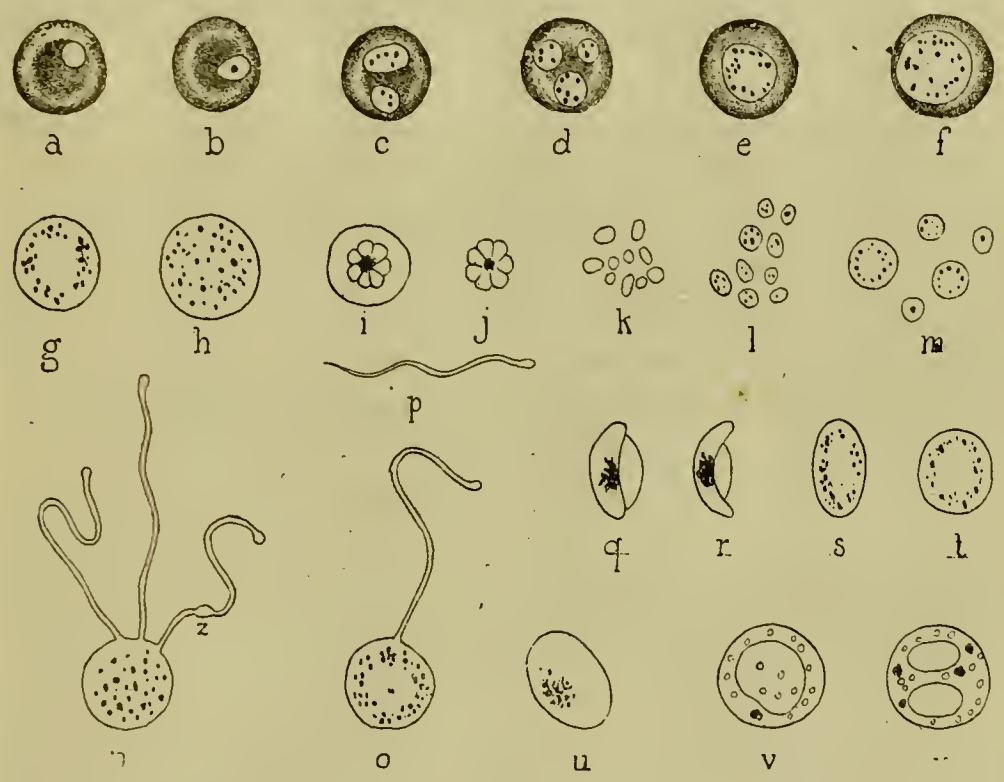

Fig. 88. — Formes variées des hématozoaires du paludisme (Laveran, Encyclopédie Léauté.)

a, hématie normale; *b*, hématie avec un petit parasite non pigmenté.

au-dessus et autour des marais et peuvent pénétrer dans l'appareil respiratoire, où ils sont absorbés et entrent dans le sang; ces germes sont le plus souvent inoculés par les piqûres des moustiques. Tout récemment à Ismaïlia, ville située sur le canal de Suez, et qui était ravagée par les fièvres paludéennes, la Compagnie du Canal a fait disparaître le fléau en ordonnant le desséchement des marais, et sur les pièces d'eau stagnante qui ont été conservées, on a eu soin de faire verser une légère couche

de pétrole qui tue les larves des moustiques : c'est une démonstration éclatante du rôle prépondérant que jouent les Moustiques dans l'inoculation des fièvres intermittentes.

Nous ne devons rien négliger pour garantir les yeux contre les accidents qui peuvent les blesser : quand on frotte une allumette suédoise un peu brusquement sur la boîte qui porte le phosphore rouge, il arrive souvent qu'une parcelle enflammée est projetée et pourrait frapper l'œil et déterminer une inflammation locale; il faut donc fermer les paupières, au moment de la friction. Je recommande bien à ceux qui sont obligés de marcher à pied dans les rues de Paris, de quitter les trottoirs le moins possible et de ne pas lire en marchant : il faut, en effet, une vigilance extrême, toute l'attention doit être fixée par nous pour éviter les chocs ou la rencontre de corps étrangers. Il faut voir, à chaque instant, si aucun obstacle ne se présente sur le sol.

Il y a un animal curieux, le caméléon, qui présente une particularité intéressante : c'est l'indépendance des mouvements des yeux. Tandis que l'œil droit est tourné vers le nord, l'axe de l'œil gauche peut être dirigé vers le sud, à 180°; il en résulte que cet animal, qui est insectivore, peut apercevoir un insecte dans tous les points de l'horizon; il le saisit avec l'extrémité de sa langue, qu'il lance comme une flèche. Si nous avions des yeux semblables, ce ne serait pas esthétique, mais nous pourrions éviter bien des accidents; chez nous, les yeux marchent d'accord, nous les levons ou les abaissons ensemble, tous deux sont dirigés vers la droite ou vers la gauche : cela résulte des dispositions anatomiques des cellules nerveuses motrices de l'encéphale et de la distribution des nerfs moteurs des muscles de l'œil.

Il faut se défier du cheval qui, lorsqu'il n'a point d'œillères, voit très bien ce qui se passe ou ce qui se présente du côté de sa croupe. Evitons les ruades; éloignons-nous de cet animal à certaine distance. J'ai vu un cheval menacé

simplement par l'élévation d'une canne lancer immédiatement une ruade avant d'avoir été touché ; heureusement un saut de côté a pu sauver l'homme imprudent. Il faut aussi éviter les morsures, qui sont très graves et très difficiles à guérir, car un cheval qui saisit un bras, par exemple, broie les muscles et les désorganise.

On ne guérit pas d'une morsure de lion.

CHAPITRE IV

L'oreille et l'audition.

L'oreille est un organe qui présente des appareils destinés à transmettre les vibrations sonores de l'air au liquide qui baigne les terminaisons nerveuses du nerf auditif.

A l'extérieur nous voyons la conque et le conduit auditif externe, qui conduisent les ondes sonores à une cloison membraneuse qui entre en vibration et qui limite l'oreille externe (fig. 89).

Il faut éviter avec soin d'introduire dans le conduit auditif une tige piquante, qui pourrait blesser la membrane et causer une certaine surdité ; tout corps étranger, caillou, coquillage ou crayon d'ardoise, introduit par un enfant dans l'oreille doit être expulsé par un procédé qui est employé couramment et qui réussit presque toujours : il consiste à remplir d'eau tiède une seringue de 100 centimètres cubes environ et à faire pénétrer vivement le jet d'eau dans le conduit auditif, que l'eau dilate ; le reflux du liquide rejette au dehors le corps étranger dans un récipient quelconque. Quand on appuie sur l'opercule pour fermer le conduit auditif, si l'on se met à parler ou à chanter, on entend les vibrations propres de la membrane du tympan.

L'oreille moyenne est une petite caisse pleine d'air qui communique par un canal, la trompe d'Eustache (fig. 91), avec une ouverture qui se trouve dans le pharynx. Lorsque, par suite d'une inflammation de la muqueuse, la trompe d'Eustache s'oblitère, on devient sourd, à cause des mo-

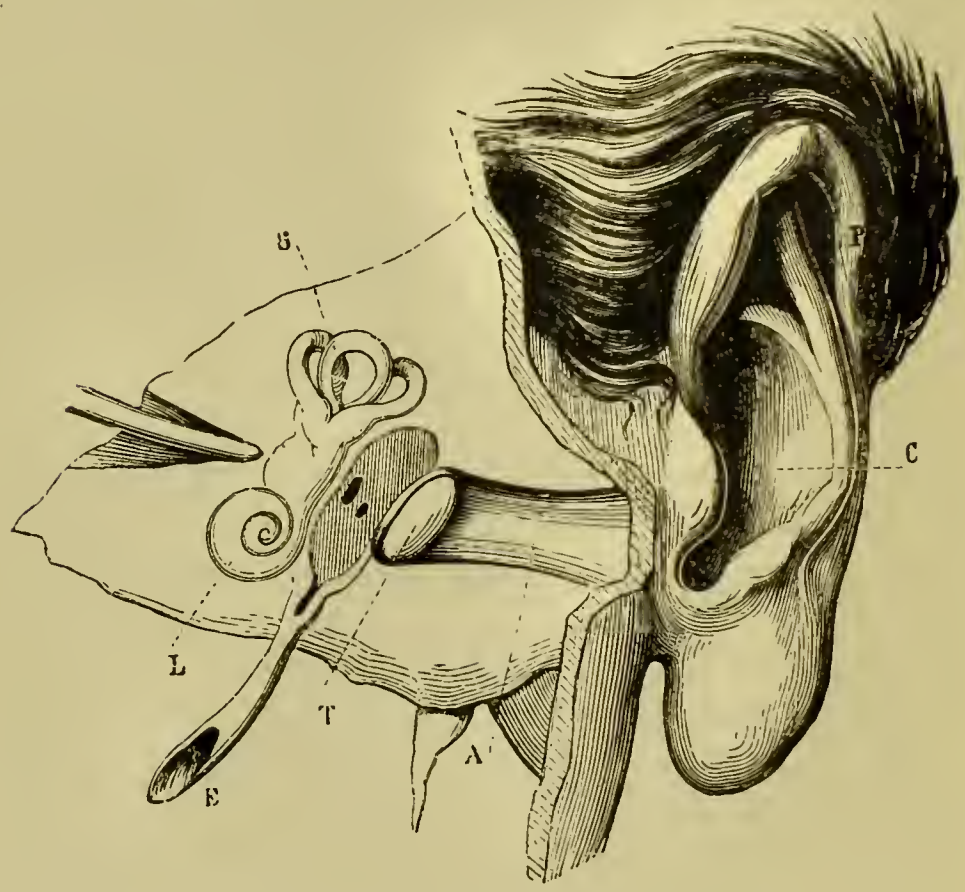

Fig. 89. — Ensemble de l'appareil auditif.

C, oreille externe; A, conduit auditif: T, membrane du tympan : E, trompe d'Eustache : L, limaçon ; S, canaux semi-circulaires.

difications qui se produisent dans la pression de l'air de la caisse : une petite opération, le cathétérisme, pratiquée par un chirurgien, rétablit la continuité du canal, et la surdité disparaît.

Une chaîne de quatre osselets (fig. 90), le marteau, l'enclume, l'os lenticulaire et l'étrier, se trouve dans la caisse du tympan; le manche du marteau est fixé dans la

membrane du tympan, tandis que l'étrier est appliqué sur la fenêtre ovale, membrane qui sépare l'air de la caisse de l'oreille interne; une autre ouverture est fermée par une membrane : c'est la fenêtre ronde. Les vibrations du tympan sont transmises par la chaîne des osselets à la fenêtre ovale, et par l'air à la fenêtre ronde. Les expériences de Flourens et de Gellé ont démontré que la suppression de la chaîne des osselets produit la surdité. L'oreille interne est très compliquée : elle est située entièrement, comme la caisse du tympan et la partie osseuse du conduit auditif, dans le rocher, os très dur qui appartient à l'os temporal et qui se trouve à la base du crâne (fig. 91). On trouve dans l'oreille interne un vestibule, un limaçon, trois canaux semi-circulaires. Toutes ces parties sont creuses, remplies d'un liquide qui renferme les terminaisons des nerfs auditifs; dans ce liquide on trouve de petites pierres flottantes nommées *otolithes,* formées de carbonate de chaux et qui paraissent destinées à exciter les terminaisons nerveuses du nerf acoustique.

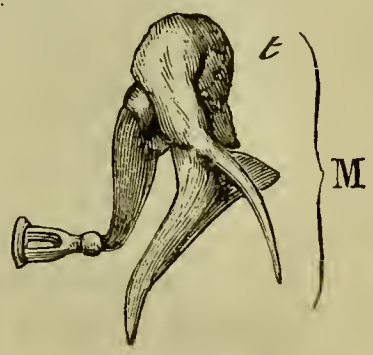

Fig. 90.
Chaîne des osselets.
M, marteau; *t*, sa tête.

Je ne puis trop conseiller à mes lecteurs d'examiner soit à l'œil nu, soit mieux avec une lorgnette de spectacle, les belles préparations de l'oreille exposées dans notre galerie d'anatomie comparée, qui sont dues en partie au regretté docteur Beauregard. C'est une dissection des plus délicates que celle de l'oreille interne, et en particulier il faut sculpter le rocher pour découvrir le canal de Fallope que traverse le nerf facial qui anime la plupart des muscles de la face.

Il m'est impossible de donner ici un exposé des principes de physique qui sont nécessaires pour comprendre le sens de l'ouïe. Je ne puis que renvoyer aux traités classiques de physique et de physiologie, où l'on trouvera exposée, par exemple, l'ingénieuse hypothèse de Helm-

holtz sur le rôle des fibres de Corti, sujet qui est encore soumis à l'étude et à la contradiction.

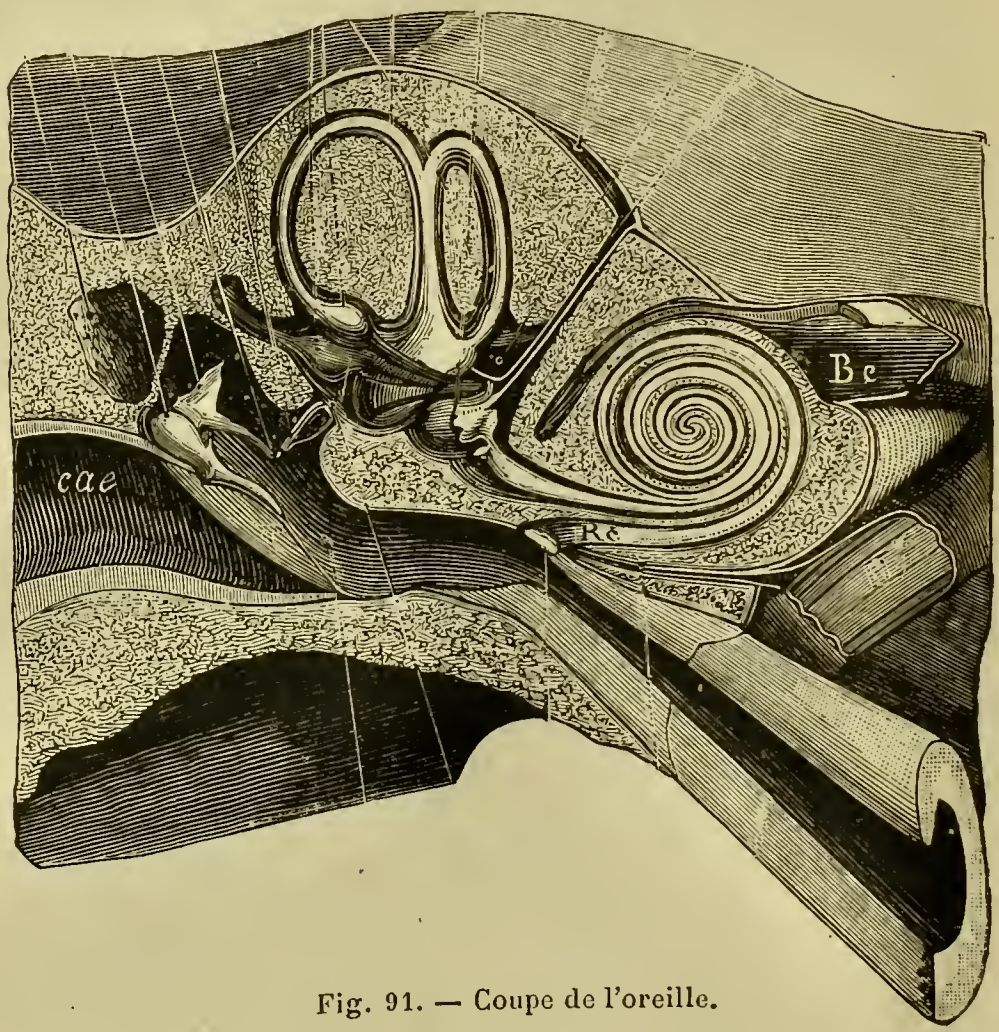

Fig. 91. — Coupe de l'oreille.

Je rappelle toujours volontiers les pensées de Montaigne : *C'est l'entendement qui oit (entend) et qui voit.*

LIVRE VIII

LES MUSCLES

CHAPITRE PREMIER

Les muscles en général.

Les muscles sont les organes actifs du mouvement; on

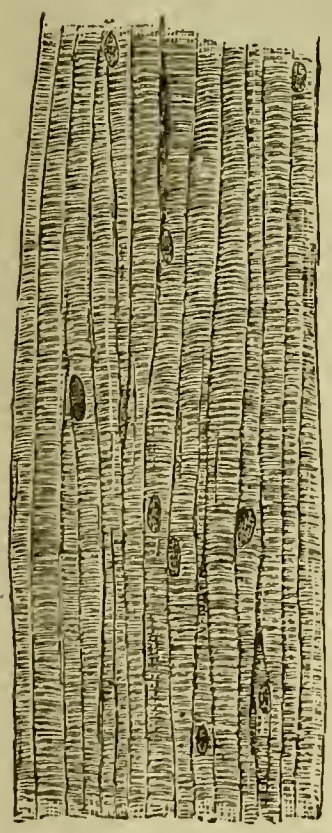

Fig. 92. — Fibres musculaires striées.

Fig. 93. — Fibres musculaires lisses.

les distingue en muscles volontaires, dont les fibres sont

striées (fig. 92), et en muscles lisses (fig. 93), dont les fibres sont dépourvues de stries; les figures 94 et 95 représentent la disposition des fibres musculaires du cœur, qui sont anastomosées comme le montre la figure 96.

L'emploi du microscope et d'un fort grossissement de 300 diamètres environ est nécessaire pour que l'on puisse constater la présence des stries parallèles sur un muscle

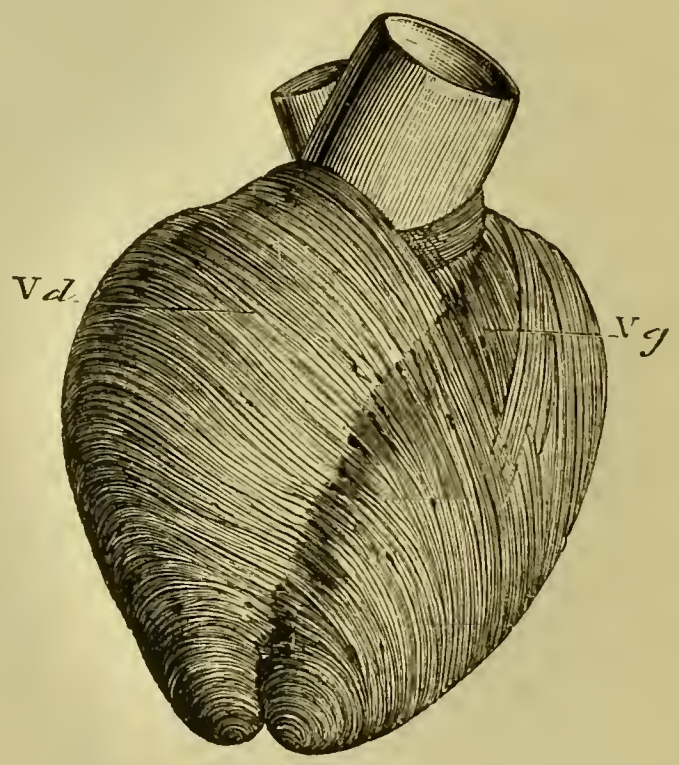

Fig. 94. — Disposition des fibres musculaires de la face antérieure des ventricules.

V*g*, ventricule gauche; V*d*, ventricule droit.

de grenouille, par exemple, sur les fibres musculaires de la langue, que l'on peut tendre à l'aide d'épingles sur une plaque de liège percée d'une ouverture de forme carrée.

Les histologistes ont fait une étude très complète de la structure des fibres musculaires, et ils ont distingué des stries différentes, qu'ils ont décrites et qui sont représentées dans les traités d'histologie. Les fibres musculaires sont en rapport avec les filets nerveux moteurs qui les animent et leur transmettent les ordres de la volonté. Doyère, naturaliste français, a le premier découvert chez

le tardigrade, petit animal reviviscent qui habite la mousse des toits (on appelle reviviscent un animal tout à fait desséché qui ne présente plus aucun phénomène vital, et qui reprend toute sa mobilité et toutes ses fonctions lorsqu'on l'humecte avec de l'eau). La figure 97 représente la terminaison des filets nerveux sur le muscle; c'est un renflement nommé colline nerveuse qui est l'intermédiaire entre le nerf et le muscle. Mon prédécesseur,

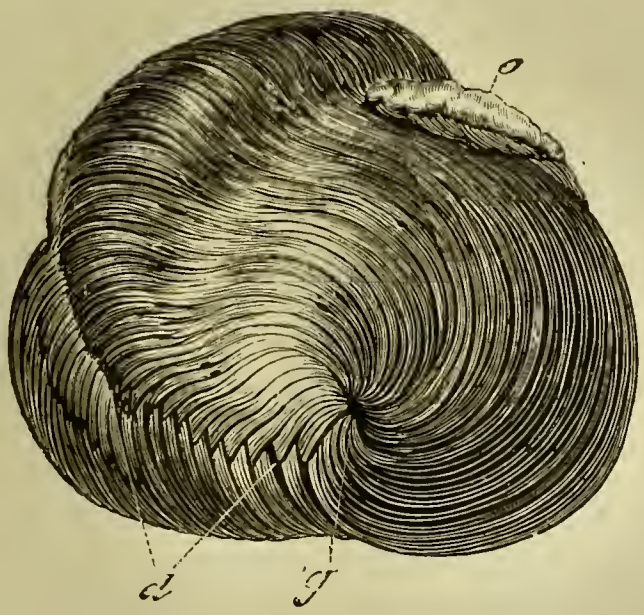

Fig. 95. — Cœur vu par la pointe.

g, ventricule gauche; *d*, ventricule droit; *o*, oreillette gauche.

le professeur Rouget, habile histologiste, a beaucoup étudié la structure de la colline nerveuse chez les mammifères et chez les vertébrés, et il a obtenu des photographies qui montrent en détail la structure de la colline nerveuse.

Contractilité musculaire. — La propriété fondamentale du muscle, qui est généralement fixé par ses extrémités à des os différents du squelette, et qui sert à mouvoir ces leviers, pour les fléchir ou pour les étendre, c'est la contractilité.

Un muscle excité soit directement par l'électricité, soit par son nerf pincé ou électrisé, soit par des agents chi-

miques, le sel marin par exemple, se raccourcit et devient plus épais; les stries se rapprochent; en même temps le muscle produit un travail et peut soulever un poids.

Pour démontrer ces faits essentiels, nous employons souvent le muscle gastrocnémien (muscle du mollet) de la grenouille : on détache un membre inférieur de ce batracien décapité et dont on a détruit le cerveau et la moelle épinière à l'aide d'une aiguille d'acier fixée

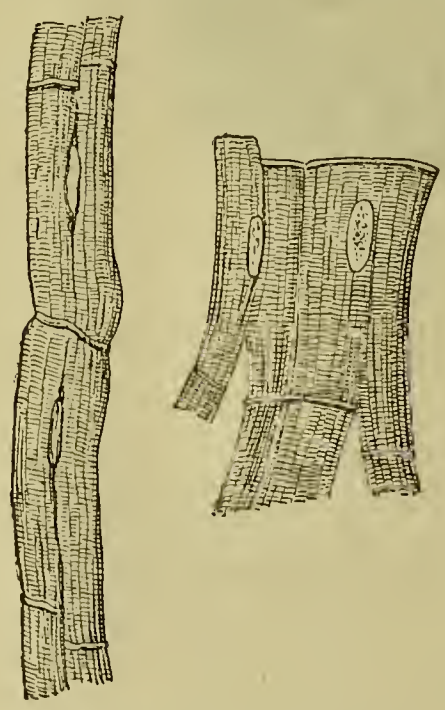

Fig. 96. — Fibres musculaires anastomosées du cœur.

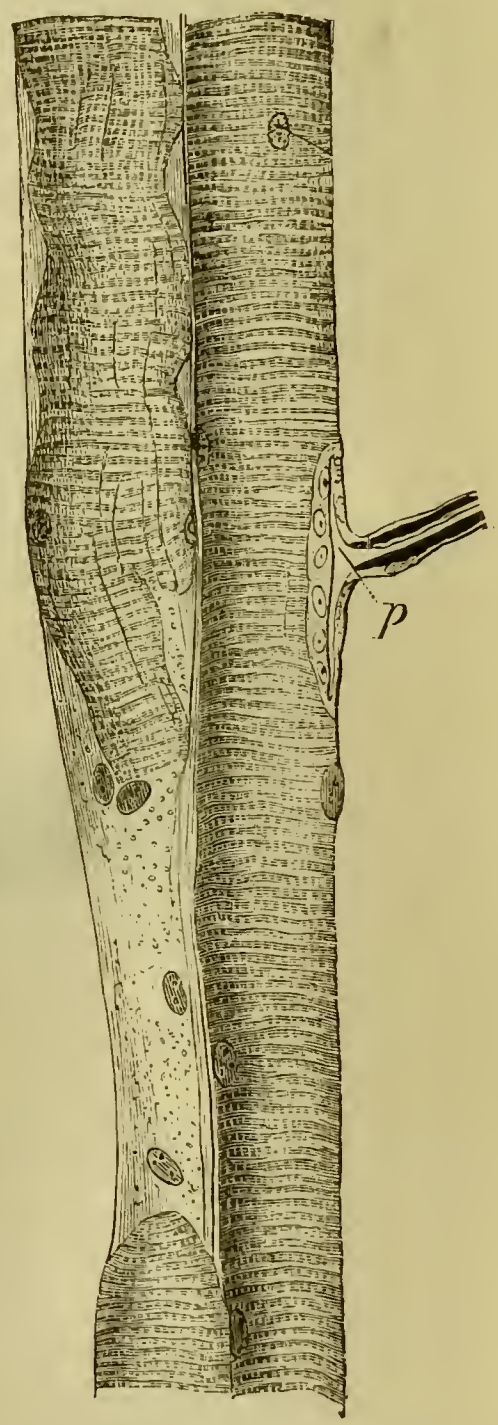

Fig. 97. — Donnant une idée de la structure de la plaque *p* ou colline nerveuse par laquelle l'ordre de la volonté est transmis au muscle.

dans un manche de bois, pour supprimer tout centre nerveux sensible. On isole et on sectionne le tendon d'A-

chille, on sépare le muscle du tibia, que l'on coupe près de l'articulation du genou, on enlève les muscles de la cuisse en isolant le fémur et en ménageant les insertions du muscle gastrocnémien sur cet os, et on maintient avec

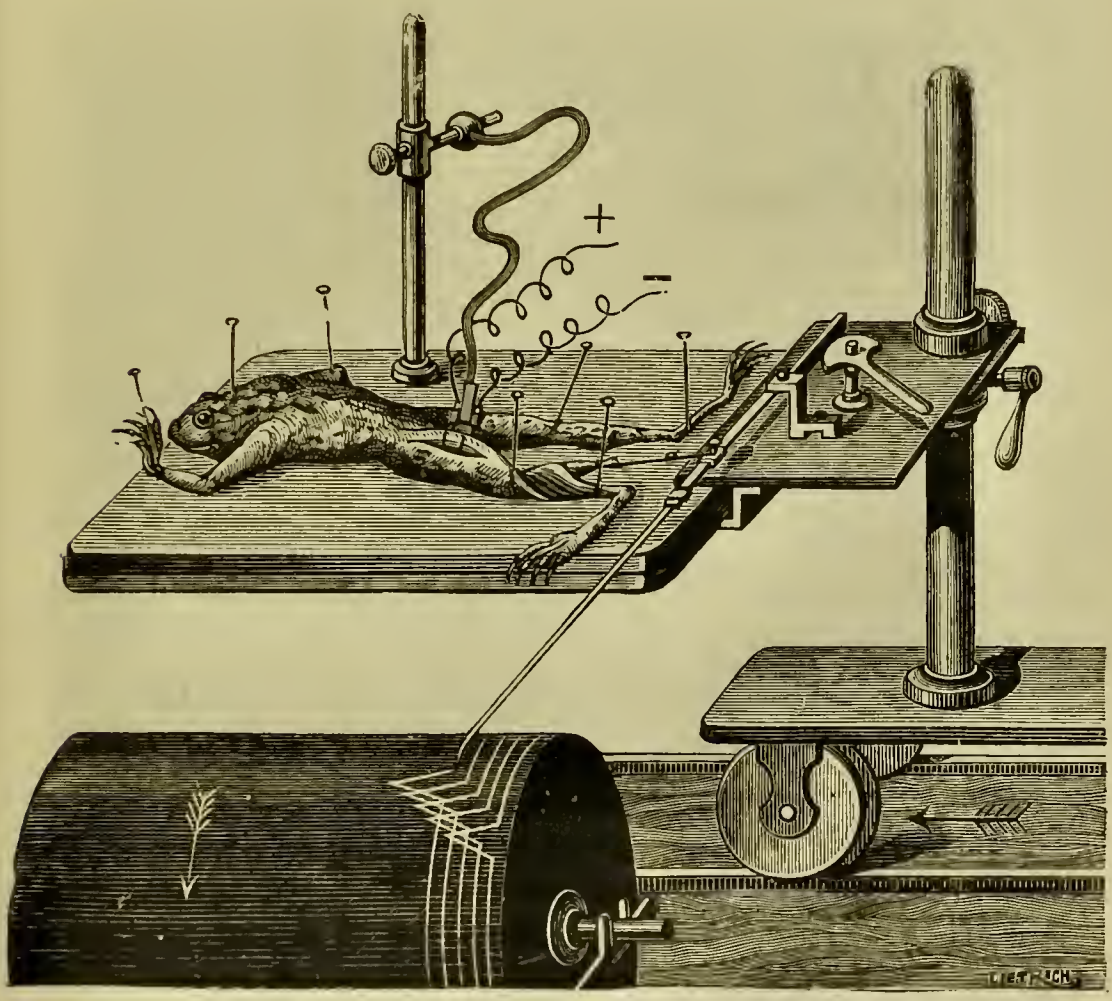

Fig. 98. — Myographe de Marey; disposition des appareils; excitation du nerf sciatique qui fait contracter le muscle gastrocnémien de la grenouille entière.

une pince et un support vertical la tête du fémur. Cette préparation permet de réaliser une foule d'expériences : à l'aide d'un crochet deux fois recourbé (que l'on obtient avec une épingle) et qui est introduit dans le tendon d'Achille, on charge le muscle d'un poids de 10 grammes par exemple, on excite avec une pince électrique et avec le chariot de Dubois-Reymond le muscle lui-même ou

mieux le nerf sciatique qui a été isolé, et qui fournit les nerfs moteurs du muscle, et à chaque excitation le muscle se contracte et le poids est soulevé.

Si l'on agit sur un levier très léger et très mobile (myo-

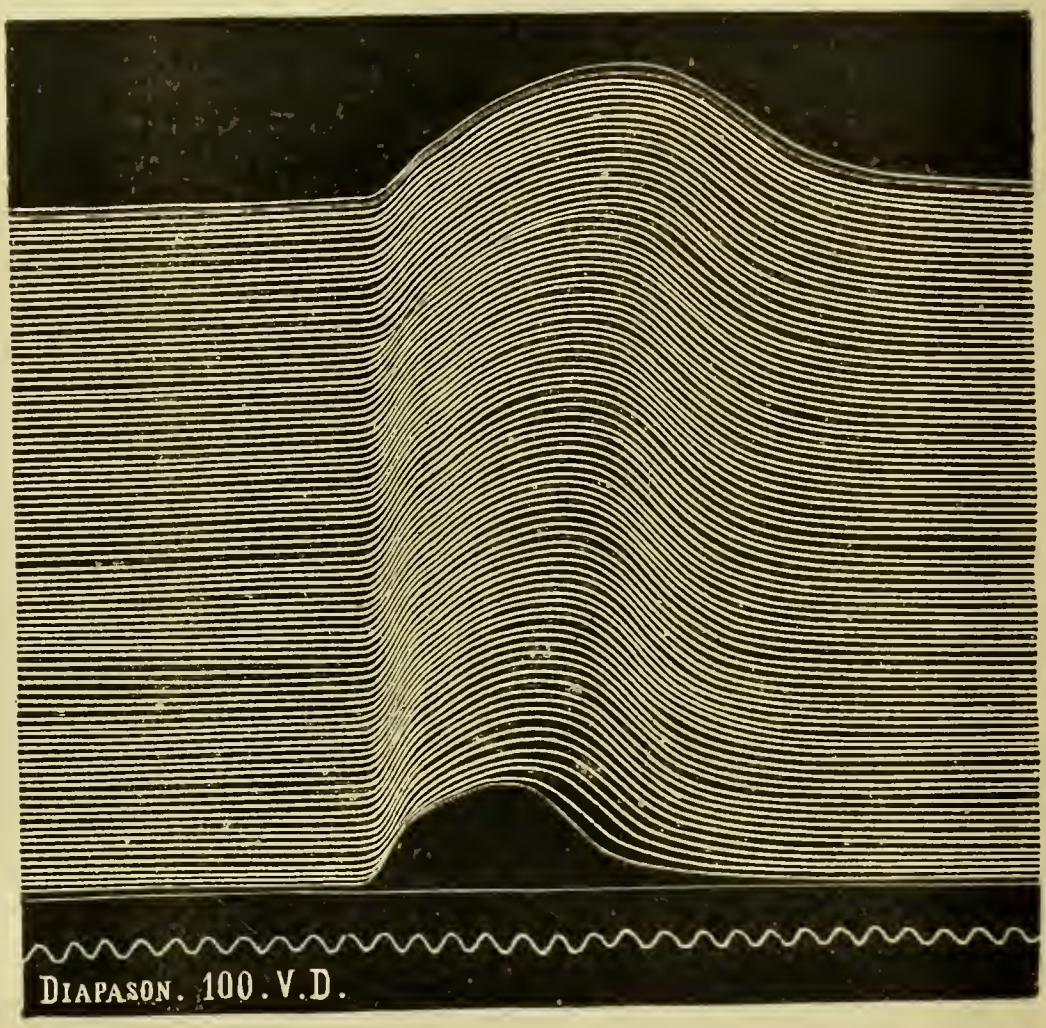

Fig. 99. — Tracés obtenus avec le myographe de Marey, indiquant la fatigue du muscle (prêtés par M. Masson).

graphe de Marey, fig. 98) terminé par un style de baleine qui se meut sur un cylindre tournant, on obtient des tracés qui répondent à chaque excitation (figure 99), qui traduisent le raccourcissement du muscle, période de contraction, le maintien pendant un temps assez court de cette période, puis la descente du levier, qui indique le retour du levier à sa position primitive.

Le tracé traduit la fatigue du muscle par la distance, qui devient de plus en plus grande entre le moment d'élévation du levier et le moment où il vient rencontrer la ligne horizontale (fig. 99) (ligne des abscisses).

Mesure du plus grand effort que puisse produire un muscle isolé à l'aide d'un myodynamomètre à sonnerie. — L'appareil que j'ai employé pour cette mesure est analogue à celui qui a été imaginé par le professeur Rosenthal, d'Erlangen; il se compose (fig. 100) d'un levier horizontal solide monté sur pointes, semblable à celui du myographe de Helmholtz,

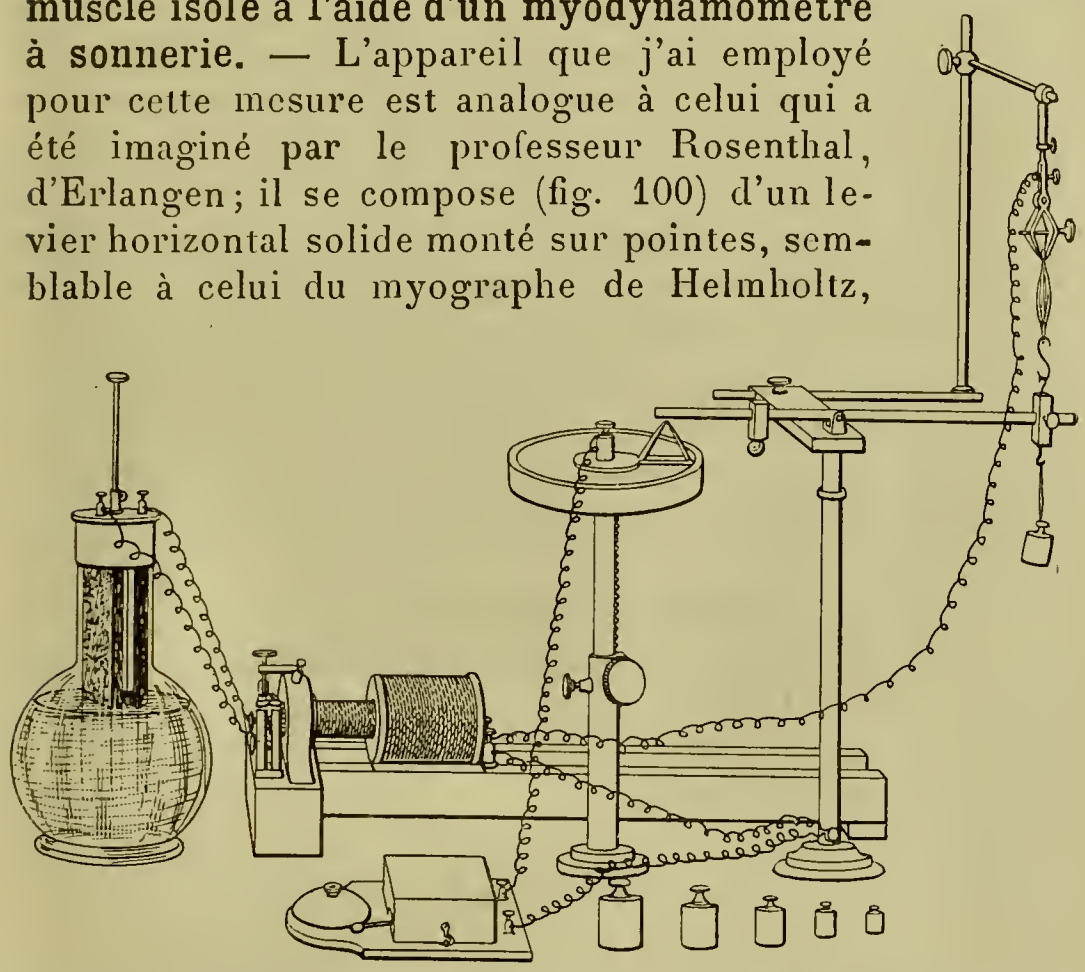

Fig. 100. — Appareil du professeur Gréhant servant à mesurer le plus grand effort que puisse produire un muscle isolé de grenouille.

d'un chevalet métallique ayant la forme d'un triangle équilatéral fixé sur un plateau mobile à crémaillère. A l'extrémité droite du levier, rappelant le fléau d'une balance, se trouve un curseur portant deux crochets, l'un supérieur pour attacher avec un fil métallique le tendon d'un muscle gastrocnémien de grenouille, l'autre inférieur recevant un poids variable; à l'extrémité gauche du levier se fixe un curseur à contrepoids que l'on fait

glisser et qui sert à obtenir d'abord l'équilibre horizontal.

Une pince solidement maintenue sert à fixer le fémur, entouré d'un fil métallique bon conducteur de l'électricité.

La préparation du muscle ainsi faite est traversée à volonté à l'aide d'un interrupteur à mercure par les courants induits d'un chariot de Dubois-Reymond. On dispose le chevalet métallique qui communique avec l'un des pôles d'une pile tandis que le levier est uni à l'autre pôle et avec une sonnerie électrique, de telle sorte que l'arête du chevalet soit à la plus petite distance possible du levier, 1/10 de millimètre environ après avoir chargé le muscle d'un poids de 100 grammes. La tétanisation du muscle (contraction permanente obtenue par une série fréquente d'excitations électriques) fait immédiatement vibrer la sonnerie, par suite du contact du levier avec le chevalet.

La figure 100 donne la vue d'ensemble de l'appareil. Cette expérience très instructive, que j'ai répétée un grand nombre de fois devant mes auditeurs, permet de reconnaître qu'un muscle gastrocnémien pesant de 0gr,27 à 0 g,35, peut soulever un poids de 500, 600, 700 et même 1,000 grammes.

Je dois faire remarquer que le muscle qui a produit un pareil effort est vite épuisé, et il faudrait maintenir la circulation et l'apport des matériaux nécessaires à la conservation de l'énergie musculaire (glucose) pour obtenir une plus longue durée de l'expérience.

Myographe dynamométrique du professeur N. Gréhant. — Cet appareil, qui est représenté par la figure 101 et que j'ai fait construire par M. Ducretet, se compose d'un socle métallique d'acier présentant une rainure dans laquelle on fixe solidement, à l'aide de vis, un curseur qui maintient un long ressort d'acier terminé par un levier métallique, et un style pouvant tracer sur un cylindre enfumé la courbe donnée par le ressort par suite

de la contraction des muscles fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras, le biceps et le brachial antérieur.

Pour réaliser l'expérience, il faut faire asseoir sur une chaise solide fixée dans le sol du laboratoire l'homme ou la femme soumis à l'expérience. Un système convenablement disposé de leviers articulés et de supports

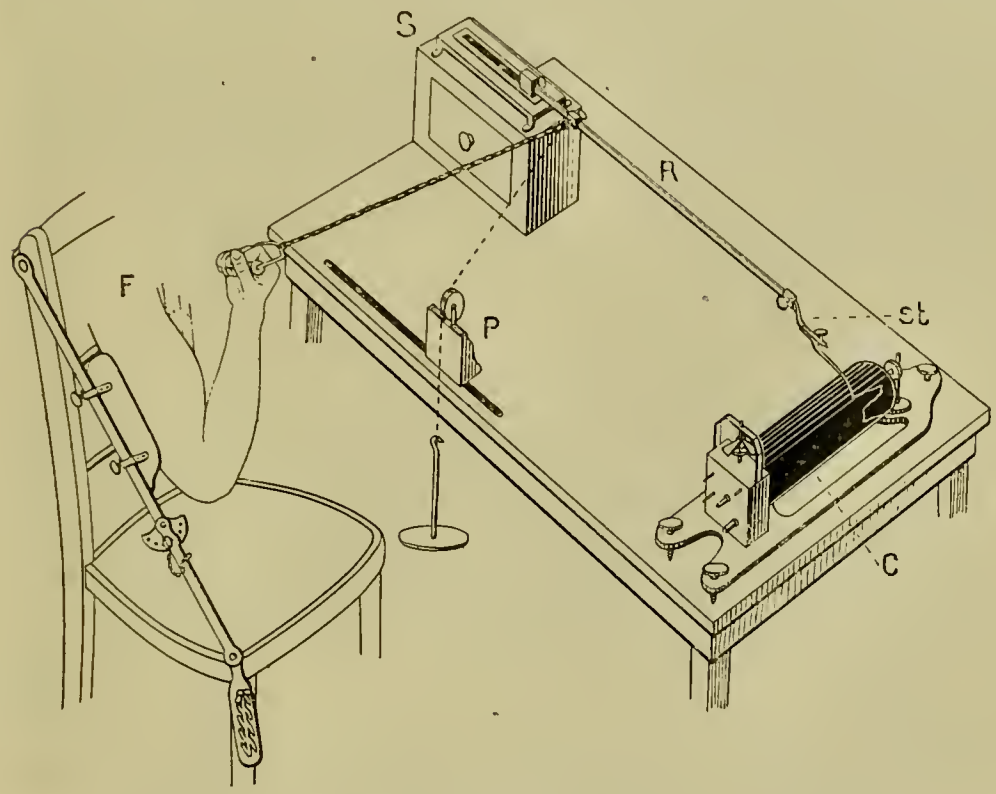

Fig. 101. — Myographe dynamométrique de Gréhant.

R, ressort d'acier fixé par le support S ; *st*, style inscrivant sur le cylindre de Marey C ; F, flexion de l'avant-bras sur le bras ; P, poulie mobile et plateau que l'on charge de poids.

matelassés permet d'appuyer d'une manière absolument fixe la face postérieure du bras sur le support et de maintenir l'avant-bras à angle droit sur le bras ; dans la main on tient un cylindre de bois auquel est fixée une chaîne de longueur telle qu'elle soit tendue et attachée en un point fixe du ressort horizontal, à une distance invariable ; on fait tourner le cylindre, puis on ordonne au sujet de fléchir l'avant-bras sur le bras : on obtient un tracé très net sur le papier couvert de noir de fumée, et qui est représenté par la figure 102.

Il faut mesurer en kilogrammes l'effort exercé : pour cela, on attache au même point du ressort une corde peu extensible qui vient s'enrouler sur une poulie et se termine par un crochet sur lequel on ajoute des poids qui font fléchir le ressort; en rendant le cylindre mobile, on fait tracer par le style une série de marches d'escalier, jusqu'à ce qu'une ligne parallèle à l'axe des abscisses atteigne le sommet de la courbe tracée.

Dans les mesures faites chez l'homme, j'ai trouvé pour la puissance musculaire du biceps et du brachial anté-

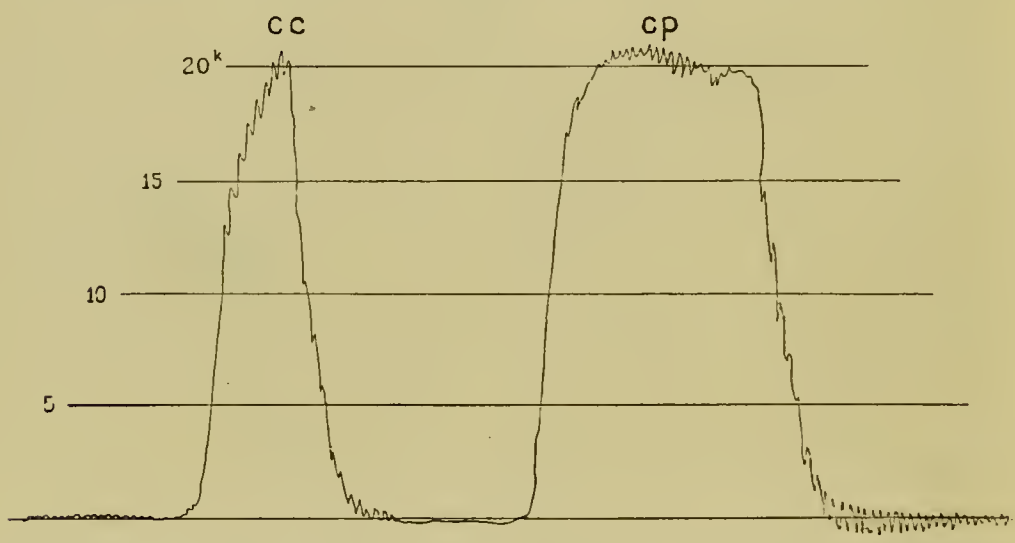

Fig. 102. — Tracés obtenus avec le myographe du professeur Gréhant.
CC, contraction musculaire courte ; CP, contraction prolongée.

rieur, fléchisseurs de l'avant-bras sur le bras, des nombres compris entre 17 et 45 kilogrammes.

Mesure de la puissance musculaire chez les animaux soumis à un certain nombre d'intoxications (en collaboration avec le docteur Quinquaud). — Grâce à mon myographe dynamométrique, qui permet d'opérer avec la plus grande facilité chez les animaux, nous avons recherché, avec mon regretté collaborateur Quinquaud, quelle est l'influence d'un certain nombre d'intoxications sur la puissance musculaire. Toutes les expériences ont été faites sur le chien ; elles ont consisté à isoler le tendon d'Achille, tendon des muscles gastrocnémiens qui s'attache

au calcanéum, et que l'on a détaché à son insertion pour l'unir par une corde au ressort du myographe; deux aiguilles à acupuncture en or étaient enfoncées l'une dans le muscle gastrocnémien, l'autre dans le tendon : elles étaient unies avec un godet à mercure interrupteur, une pile de plusieurs éléments et un milliampèremètre de Gaiffe; on s'arrangeait de manière à obtenir un courant de même intensité pour exciter le muscle au moment de la fermeture du circuit.

Nous avons étudié l'action de l'oxygène comprimé, de l'alcool, du curare; tous ces poisons ont affaibli la puis-

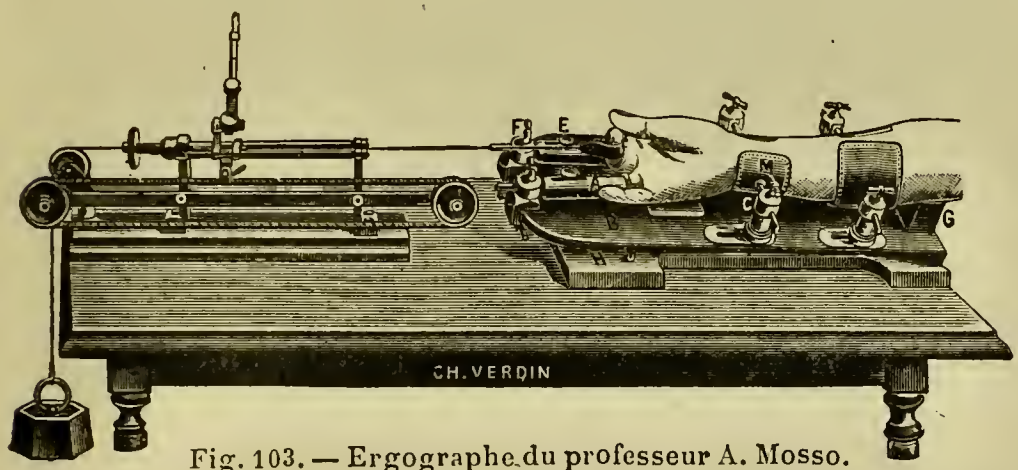

Fig. 103. — Ergographe du professeur A. Mosso.

sance musculaire, et particulièrement le curare, qui fait passer la puissance initiale de 900 grammes environ au chiffre de 120 grammes. C'est là un affaiblissement considérable.

Il n'y a pour ainsi dire pas de limites aux applications de mon appareil chez l'homme et chez les animaux; on pourrait chez l'homme faire des expériences comparatives sur le bras droit et sur le bras gauche en ajoutant à la chaise un nouveau système de leviers; chercher l'influence de l'âge sur la puissance musculaire; reconnaître d'année en année l'accroissement ou la diminution de cette énergie, reconnaître l'influence du régime, etc.

Ergographe. — L'ergographe (fig. 103) est un appareil plus petit que le mien et qui est appliqué à la mesure de la puissance musculaire des muscles fléchisseurs du doigt

médius de la main; il a été inventé par le professeur Angelo Mosso et a été appliqué par les physiologistes et les médecins, en particulier par mon collègue de la Société de biologie, le docteur Féré (fig. 104); il rend de grands services dans les recherches de physiologie et de pathologie.

Je me contenterai de donner une figure représentant l'ergographe et un tracé obtenu par cet instrument.

Je recommande à mes lecteurs un livre original et fort instructif intitulé : *Physiologie des exercices du corps* par

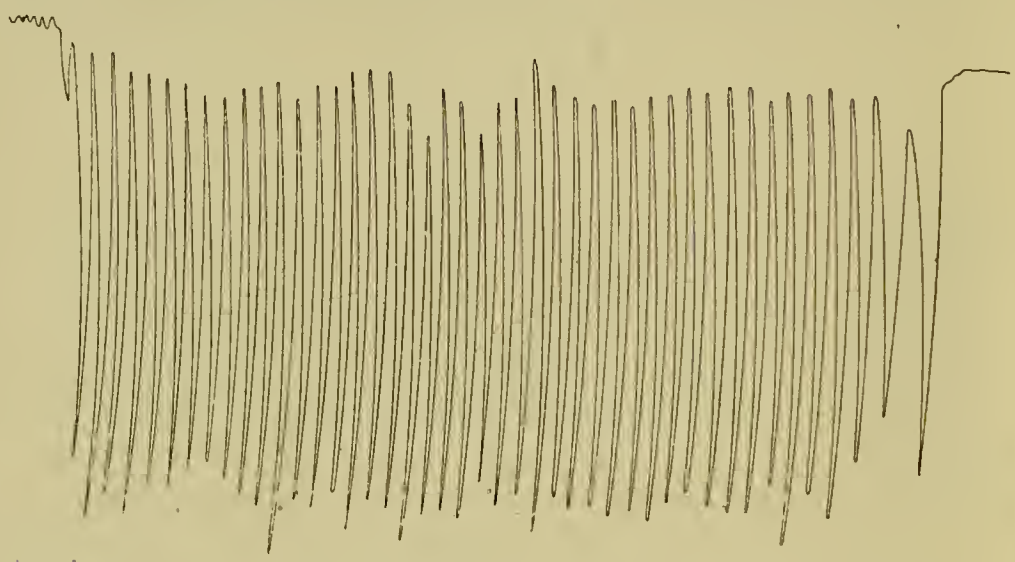

Fig. 104. — Tracé obtenu à l'état physiologique (docteur Féré).

le docteur Fernand Lagrange, ouvrage couronné par l'Académie des sciences et par l'Académie de médecine (Félix Alcan, éditeur); le docteur Lagrange traite du travail musculaire, de la fatigue, de l'accoutumance au travail, des différents exercices, des résultats de l'exercice, du rôle du cerveau dans l'exercice, etc. Il m'est absolument impossible de donner ici un résumé de ce livre.

Influence de l'exercice musculaire sur l'élimination de l'alcool éthylique introduit dans le sang. — L'expérience consistait à introduire dans l'estomac d'un chien une proportion d'alcool à 10 pour 100 correspondant à $2^{cmc},5$ d'alcool absolu par kilogramme, dose qui ne pro-

duit pas l'ivresse, et à faire travailler l'animal dans une roue motrice de 3 mètres de diamètre (roue des cloutiers des Ardennes).

L'alcool est dosé dans le sang par le procédé au bichromate du docteur Nicloux après une période de repos et une période de travail; pendant le travail, on constate une disparition de l'alcool du sang nettement plus accentuée que pendant le repos, en un temps égal.

CHAPITRE II

De l'exercice.

Il faut marcher chaque jour; nous avons des muscles, c'est pour nous en servir (fig. 105, 106, 107) : les muscles s'atrophient par un repos trop prolongé, et, dans le cas d'une maladie qui retient au lit ou dans un fauteuil, un massage régulier et pratiqué souvent de la plupart des muscles est certainement très avantageux. A notre époque, les moyens de locomotion sont si nombreux et si variés, que nous marchons beaucoup moins que nos aïeux.

Fig. 105.
Muscles du membre supérieur.

On a suppléé à cet abandon assez général de la marche par l'invention d'appareils dans lesquels les mouvements des bras et des jambes sont forcés de lutter contre l'élasticité du caoutchouc, par exemple, et il est certain que ces mouvements artificiels rendent des services aux personnes dont les occupations sont trop sédentaires.

Mais l'exercice au grand air et à pied doit être spécialement recommandé, car, d'après les travaux du docteur Lejars, que je cite souvent dans mes cours, nous avons sous la plante du pied un réseau veineux très riche (fig. 24), garni de valvules qui s'ouvrent du côté de l'organe central de la circulation; nous marchons sur une nappe de sang; ainsi la marche est un adjuvant précieux du travail produit par le cœur.

J'ajouterai qu'il faut conseiller aux élèves de nos écoles et de nos lycées de profiter des récréations pour se livrer à des jeux actifs : les contractions musculaires fréquentes contribuent au maintien en bon état et au développement des organes du mouvement.

Parmi les exercices qui me paraissent les plus salutaires, je recommande celui de la rame. Il y a plusieurs années, on a établi sur le grand canal du parc de Versailles toute une flottille de barques variées, gondoles et autres, qui permettent aux habitants et visiteurs de cette belle ville, et particulièrement aux jeunes gens, de faire sur l'eau une promenade très agréable en utilisant les rames. Les mouvements imprimés par les bras exigent les contractions d'une foule de muscles, des muscles pectoraux, des grands dorsaux, des deltoïdes, des biceps et autres muscles du bras et de l'avant-bras (ceux de l'avant-bras sont au nombre de vingt). Quoique l'on soit assis, les muscles des lombes et des membres inférieurs se contractent pour fixer solidement les pieds sur une barre transversale que présente le fond de la barque. Ce genre de sport me paraît si favorable qu'il est à souhaiter que l'on établisse sur les lacs du bois de Boulogne et du bois de Vincennes de nombreuses barques permet-

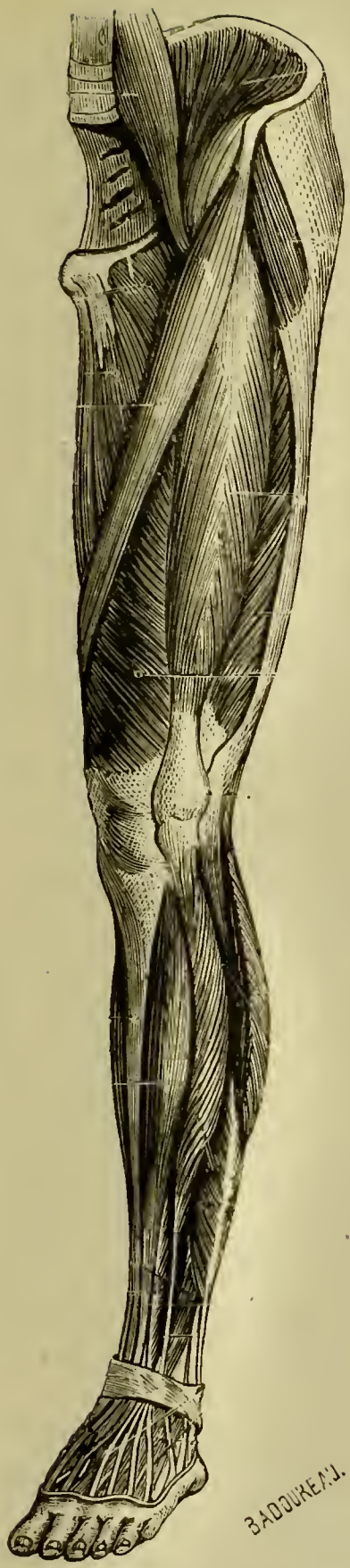

Fig. 106. — Muscles du membre inférieur; face antérieure.

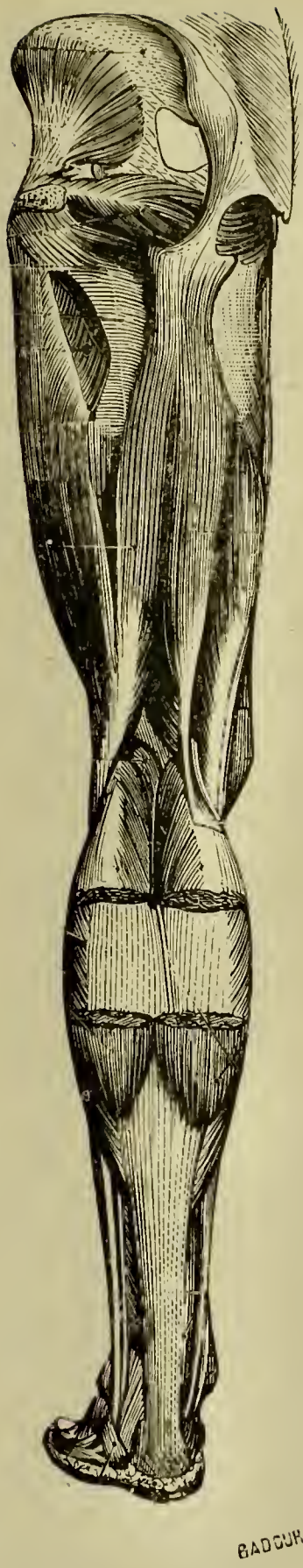

Fig. 107. — Muscles du membre inférieur; face postérieure.

tant aux élèves de nos écoles de se livrer à une gymnastique très utile pour favoriser le développement physique des jeunes gens.

C'est un fait d'observation que les exercices militaires fortifient beaucoup les hommes qui entrent au régiment avec une bonne constitution et qui réparent par une *alimentation suffisante* les pertes éprouvées par l'organisme.

Je dois ajouter que l'on doit surveiller de près les jeunes conscrits : il faut les peser fréquemment; si leur poids diminue trop en un mois, par suite de l'excès de fatigue et de l'insuffisance du régime, il faut évidemment diminuer les manœuvres et accroître le poids des aliments.

Quelques mots sur le choix des chaussures et sur le corset. — Rien n'est plus fréquent que de voir des personnes employer des chaussures de cuir à bout très étroit, pointu comme les chaussures à poulaine du moyen âge, qui ne permettent point aux orteils de trouver leur place naturelle. De là résultent toutes sortes d'inconvénients et de lésions : les orteils sont comprimés latéralement et chevauchent l'un sur l'autre, les pressions trop fortes déterminent des épaississements de l'épiderme ou des cors, qui souvent rendent la marche difficile et douloureuse. Pourquoi la mode n'obéirait-elle pas aux prescriptions de la Nature? Il serait sage d'adopter une chaussure dite rationnelle, dont le dessin peut s'obtenir bien facilement : il suffirait d'appliquer le pied nu sur le sol et d'en prendre l'empreinte. L'utilité de cette modification s'impose, et les marcheurs qui maintiennent par un exercice régulier et quotidien l'énergie de leurs muscles se trouveraient admirablement de l'emploi de chaussures ainsi établies.

Après la chaussure, je dois donner quelques conseils à propos du corset : rien n'est plus nuisible à la santé et aux fonctions des organes thoraciques et abdominaux que la compression extrême exercée par un corset très

serré. Les anatomistes ont vu le foie, qui est normalement situé au-dessous du diaphragme, déplacé et descendu en partie dans les fosses iliaques; la dilatation de la poitrine pour l'inspiration ne doit pas être limitée par un vêtement inextensible. Il faut donc être très modéré dans l'usage du corset, qui paraît indispensable aux femmes, et lui donner une ampleur convenable, pour qu'il n'y ait aucune gêne dans les fonctions capitales des appareils de la respiration, de la circulation et de la digestion. J'ajouterai qu'il faut aussi, dans l'emploi des jarretières et des ceintures, éviter une compression des veines, qui peut nuire au retour du sang dans les cavités droites du cœur.

Pour tout ce qui concerne les exercices physiques, comme l'usage de la bicyclette, de la motocyclette, de l'automobile, etc., je renvoie aux ouvrages spéciaux publiés par des médecins.

Du surmenage. — Il me paraît nécessaire, au XXe siècle, quand la lutte pour l'existence devient si laborieuse et si difficile, presque toutes les places étant données au concours, de dire quelques mots du surmenage intellectuel et physique. Il est évident que le nombre des examens auxquels sont soumis les jeunes gens et les jeunes filles va toujours croissant, et devant le nombre immense des candidats, les difficultés augmentent sans cesse.

Les professions libérales sont encombrées ; le nombre des médecins, des avocats et des hommes de loi est trop grand, et tous les efforts que fait l'administration pour diminuer ce nombre échouent devant la ténacité de ceux qui espèrent atteindre à de brillantes et lucratives positions.

Il faudra pourtant bien que l'on retourne à la culture, la plus saine et la plus indépendante des occupations.

> O fortunatos nimium, sua si bona norint,
> Agricolas! (VIRGILE.)

« O trop heureux les cultivateurs, s'ils connaissaient leur bonheur ! »

Dans mon département de l'Aisne, il y a un certain nombre d'années, les fermes se louaient difficilement. Grâce aux progrès de la culture, il n'en est plus de même aujourd'hui : toutes les fermes sont louées et apportent aux fermiers des bénéfices suffisants.

LIVRE IX

NOTIONS DE TOXICOLOGIE

CHAPITRE PREMIER

L'acide carbonique.

Ce gaz, produit par la combustion du charbon, est exhalé constamment par les poumons et par la peau des animaux, et nous avons vu que l'air expiré renferme toujours plusieurs centièmes d'acide carbonique, tandis que l'air pur inspiré ne renferme que trois dix-millièmes de ce gaz. C'est à Paul Bert que revient tout le mérite d'avoir étudié systématiquement la toxicité de l'acide carbonique. Voici, par exemple, une de ses plus belles expériences (*la Pression barométrique,* p. 992) :

Pour étudier l'action de l'acide carbonique, P. Bert a fixé dans la trachée d'un chien un tube qui a été mis en communication avec un sac de caoutchouc contenant 82 pour 100 d'oxygène; ce gaz était absorbé peu à peu dans les poumons, et il était remplacé par de l'acide carbonique dont la proportion centésimale allait toujours en augmentant; l'expérience a duré cinq heures et demie, et l'animal est mort quand la proportion de l'acide carbonique devint égale, dans le mélange gazeux, à 45,7 pour 100, la proportion de l'oxygène étant encore égale à 31,8 pour 100. Plusieurs échantillons de sang furent pris dans l'artère carotide et furent introduits dans l'appareil à extraction des gaz, et l'on reconnut que la proportion de l'oxygène dans le sang se maintenait à peu près la

même dans les premières heures, tandis que la proportion de l'acide carbonique allait toujours en augmentant jusqu'au moment de la mort. On obtint alors, de 100 centimètres cubes de sang artériel, 114^{cmc},2 d'acide carbonique.

La température rectale s'abaissa beaucoup; de 37°,6, température normale du chien, elle descendit à 27 degrés; la différence est égale à 10°,6.

Les mouvements respiratoires diminuèrent de 21 à 8 par minute; de même, le nombre des battements du cœur alla en diminuant.

La pression du sang dans l'artère carotide descendit notablement, et l'animal mourut.

Cette expérience démontre bien la toxicité de l'acide carbonique, puisque, à la mort, il y avait encore 31,8 pour 100 d'oxygène dans ce sac.

Paul Bert ne s'est pas contenté de mesurer la dose toxique de l'acide carbonique dans le sang, il a déterminé la quantité de ce gaz qui s'accumule dans les tissus, en les faisant dissoudre dans une solution de potasse caustique.

Des recherches nouvelles ont été faites dans mon laboratoire et sous ma direction par mon fils Stéphane Gréhant, avec l'aide du docteur Nicloux, sur la détermination de la dose toxique de l'acide carbonique chez les vertébrés, en 1895 (thèse de la Faculté des sciences de Paris). Il m'est impossible de résumer ce travail, que l'on trouvera facilement dans les bibliothèques publiques; je donnerai seulement un résumé des conclusions générales.

Une carpe résista 4 heures et demie dans une eau contenant par litre :

850^{cc}.....	CO^2.
12.....	Oxygène.
6,5	Azote.

Les muscles avaient fixé 44 pour 100 d'acide carbonique.

Les poissons différents (cyprins, barbeaux, goujons, anguilles) soumis à l'action de l'acide carbonique dissous dans l'eau à la pression ordinaire succombent à l'action de ce gaz dans des temps variables. Les amphibiens (grenouilles, crapauds) ont été placés dans une atmosphère d'acide carbonique et d'oxygène de composition déterminée, dans de l'air confiné, et dans l'eau non renouvelée ou tenant de l'acide carbonique dissous à la faveur d'une augmentation de pression. Dans toutes ces conditions, les grenouilles ont présenté une résistance remarquable; dans l'air humide en particulier, il faut atteindre la proportion d'environ 40 pour 100 pour voir apparaître des phénomènes mortels, et, au moment de la mort, la quantité d'acide carbonique fixée par le muscle est sensiblement constante; nous avons trouvé de 75 centimètres cubes à 82 centimètres cubes pour 100 grammes de muscle. L'expérience montre que les reptiles, tortues, lézards, couleuvres, sont très résistants. La tortue a fait l'objet principal de nos recherches. Au bout de 16 heures d'un séjour dans une atmosphère d'acide carbonique pur, la tortue ne perd pas sa sensibilité, et si, à la fin de l'expérience, l'animal est sérieusement malade, cet état ne subsiste pas, et il se trouve rétabli le lendemain. Ces animaux ne succombent que placés dans des mélanges sous pression, et, de fait, nous avons dû arriver jusqu'à des pressions de 5 et 6 atmosphères pour voir les animaux périr. A ce moment, la quantité d'acide carbonique fixée par le muscle est élevée; nous trouvons, par exemple, 193 centimètres cubes pour 100 grammes.

Pour les oiseaux (pigeons, canards), la résistance à l'acide carbonique est tout à fait diverse. Alors qu'un mélange à 35 pour 100 est fatal pour le pigeon en un temps relativement court ne dépassant pas 30 minutes, le canard peut respirer impunément ce mélange pendant une heure, et il faut atteindre la proportion de 70 à 75 pour 100 pour que les animaux succombent.

L'anesthésie n'a pas été constatée chez les oiseaux au cours de la respiration de mélanges même mortels.

Pour les mammifères (hérissons, lapins, cobayes, chèvre, chien) représentant les ordres des insectivores, rongeurs, ruminants, carnivores, l'expérience nous a conduits à des résultats tout à fait imprévus.

Le hérisson a présenté une résistance extraordinaire à l'action de l'acide carbonique. La proportion de 79 pour 100 de ce gaz et de 21 pour 100 d'oxygène respirée par cet animal pendant une heure amène l'anesthésie, mais l'animal remis à l'air se réveille au bout de deux minutes et ne présente aucun symptôme d'empoisonnement. Si on élève la proportion jusqu'à 95 pour 100 d'acide carbonique et 5 pour 100 d'oxygène, l'animal peut encore vivre trois quarts d'heure.

Sous une pression de deux atmosphères et avec un mélange de 79 pour 100 d'acide carbonique et de 21 pour 100 d'oxygène, la mort arrive en 40 minutes.

Le lapin résiste également bien à l'action de l'acide carbonique, mais sans toutefois pouvoir être comparé au hérisson.

La proportion de 50 pour 100 n'est mortelle qu'en une heure. On constate l'anesthésie dès les premières minutes de respiration du mélange gazeux; on sait d'ailleurs que le professeur N. Gréhant (1887) a proposé comme teneur optime du mélange anesthésique pour le lapin 45 pour 100 d'acide carbonique, 20,8 d'oxygène, 34,2 d'azote. Le cobaye, quoique faisant partie du même ordre (rongeurs) que le lapin, est beaucoup plus sensible. La proportion de 25 pour 100 est mortelle en quarante minutes.

La chèvre résiste bien, et il a fallu un mélange à 60 pour 100 pour amener la mort de l'animal. L'animal, fait curieux, n'a pas été anesthésié, et l'œil est resté sensible jusqu'au moment de la mort. Les dosages dans 100 centimètres cubes de sang et dans 100 grammes de muscle ont donné les chiffres de 97 centimètres cubes et de 92 centimètres cubes.

Chez le chien, la résistance est assez grande. La proportion de 50 pour 100 n'amène pas l'anesthésie, est respirée sans grand danger, mais des convulsions au moment du retour de la respiration à l'air pur ont été signalées par Paul Bert et par le docteur Banes. Un mélange à 60 pour 100 peut être respiré pendant une demi-heure et produit l'anesthésie.

Le mélange à 70 pour 100 est mortel en une minute (thèse citée).

Sur ce sujet intéressant, qui montre que chez quelques animaux vertébrés la dose toxique de l'acide carbonique est très variable, il reste encore un grand nombre d'expériences à faire sur des vertébrés et sur le groupe immense des invertébrés; je ne doute pas que des expérimentateurs se livreront à ces recherches comparatives en utilisant la technique exacte qui a été employée dans mon laboratoire.

« Il est maintenant admis que l'acide carbonique du sang a une grande utilité, en excitant le centre bulbaire des mouvements respiratoires (Korpeit, 1899; H. Winterstein, 1900).

Le professeur Mosso, de Turin, a décrit (1898), sous le nom d'acapnie, les phénomènes de malaise consécutifs à la diminution de l'acide carbonique du sang. « Pour se sentir mieux il n'est pas nécessaire de respirer l'air pur et froid du dehors, il suffit de se mouvoir, de faire quelques pas. La contraction musculaire, en produisant de l'acide carbonique, rétablit en partie l'équilibre du sang. » (Citation de S. Gréhant.)

Nouvelles recherches du professeur N. Gréhant. — Dans cet ordre d'idées, en continuant les recherches que j'ai commencées il y a plusieurs années, j'ai été conduit à me demander comment se comporte un animal qui respire des mélanges titrés d'air et d'acide carbonique à 5 et à 10 pour 100, et j'ai fait tout récemment une lecture à l'Académie des sciences sur cette question (comptes rendus, juillet 1906); je ne puis que la résumer :

1re expérience. — J'introduis dans un gazomètre à rainure de laiton (système du docteur de Saint-Martin) 150 litres d'air pur, que je fais respirer à un chien du poids de 17 k. 600 grammes, à l'aide d'une muselière de caoutchouc et de soupapes hydrauliques : l'animal respire dans le gazomètre, et en 23 minutes et 30 secondes les 150 litres ont circulé dans les poumons.

Je fais passer 15 litres d'acide carbonique et 135 litres d'air, mélange à 10 pour 100, dans le même gazomètre, et je fais respirer à l'animal ce volume de 150 litres : les mouvements d'inspiration et d'expiration augmentent beaucoup d'amplitude et de fréquence, l'animal s'agite à plusieurs reprises : en 8 minutes 50 secondes, le gazomètre est vide.

Donc le chien met 2,7 fois plus de temps pour faire circuler dans les poumons 150 litres d'air pur que pour faire circuler 150 litres d'air renfermant 10 pour 100 d'acide carbonique. Ce résultat devait être complété par le dosage des gaz du sang.

2e expérience. — A un petit chien du poids de 4 k. 800, on fait respirer d'abord 150 litres d'air pur; au bout de 45 minutes, on fait dans une artère carotide une prise de 16 centimètres cubes de sang dont on extrait les gaz : il a fallu 52 minutes pour que le gazomètre soit vidé.

On fait respirer à l'animal un mélange d'air et d'acide carbonique à 5 pour 100; les respirations sont plus amples et plus fréquentes, et le mélange a circulé dans les poumons en 35 minutes; j'ai fait une nouvelle prise de sang, 5 minutes avant la fin de l'expérience, et voici les résultats que j'ai obtenus :

Pour 100 centimètres cubes de sang, gaz secs à 0 et à 760 millimètres de pression :

	AIR PUR	AIR VICIÉ PAR 5 % ACIDE CARBONIQUE
	—	—
Acide carbonique.....	34cc25	35cc5
Oxygène.....	13 6	12 2
Azote.....	3 6	3 9

On voit donc que dans le sang l'acide carbonique est à peine augmenté de $1^{cmc},3$ seulement; l'oxygène a diminué fort peu, de $1^{cmc},4$.

Quand donc un animal respire un mélange d'air et d'acide carbonique à 5 pour 100, le centre des mouvements respiratoires (nœud vital de Flourens) est plus fortement excité, et il s'établit une lutte de l'organisme contre cet accroissement de gaz carbonique, dont l'heureux résultat est la constance de la composition des gaz du sang.

L'expérimentation seule pouvait me permettre la découverte de cette vérité.

Application à l'hygiène. — Il arrive très souvent que les hommes sont victimes d'un empoisonnement produit par une grande proportion d'acide carbonique qui se dégage dans les cuves de fermentation du moût de raisin, dans des cavités du sol, ou dans des galeries de mines, ou dans des puits ou des fosses; parfois ce n'est pas l'acide carbonique qui tue, mais l'oxygène qui manque et qui a pu être absorbé par des matières organiques ou par des végétaux vivant dans l'obscurité.

Tout le monde sait qu'il existe à Pouzzoles, près de Naples, une grotte célèbre appelée la *grotte du Chien,* dans laquelle se produit un dégagement continu d'acide carbonique qui se déverse à l'entrée un peu surélevée de la grotte; l'homme qui pénètre dans cette grotte respire de l'air pur au-dessus de la couche d'acide carbonique, mais un chien introduit de force dans ce gaz tombe aussitôt sur le sol, s'agite, et il mourrait par arrêt des mouvements respiratoires, si on ne le portait rapidement au dehors. Le même chien sert, paraît-il, indéfiniment à la répétition de cette expérience intéressante, que l'on fait également à Royat.

Dans mes cours, je la reproduis de la manière suivante : dans un grand bocal cylindrique de verre d'une contenance de 50 litres environ, je fais dégager de l'acide carbonique provenant d'un récipient à acide liquide que nous employons constamment. Le gaz arrive au fond du

bocal et déplace l'air ; un petit ballon de caoutchouc gonflé à l'hydrogène, lesté convenablement, indique la surface de séparation de l'air et de l'acide carbonique. On fait pénétrer dans ce gaz un filet renfermant un cobaye ou cochon d'Inde; en moins de 15 secondes, l'animal tombe sur le flanc : les mouvements respiratoires sont ralentis et s'arrêtent. On retire l'animal, et dans l'air pur, grâce à quelques mouvements de respiration artificielle sur le thorax, le cobaye revient à la vie.

Il est arrivé à Clamart, il y a plusieurs années, une série d'accidents qui se renouvellent souvent : un ouvrier puisatier descend dans un puits, pousse un cri et tombe au fond; un second ouvrier, un troisième et un quatrième descendent à leur tour : les cadavres s'accumulent : dans notre pays, on trouve toujours des hommes de cœur et de courage qui exposent leur vie pour sauver celle de leurs semblables.

Par un procédé que j'ai indiqué il y a bien longtemps à l'Académie des sciences, on pourrait toujours éviter le retour de pareilles catastrophes : c'est par l'emploi d'*un animal de sûreté;* avant de permettre à un ouvrier de descendre dans un puits, ou dans une fosse, ou dans une galerie de mine dont on craint que l'air soit irrespirable par privation d'oxygène, à la suite d'une explosion de grisou, par exemple, il faudrait faire descendre une cage contenant un petit mammifère, rat, cobaye, ou un oiseau, un pigeon ou un moineau; on laisse la cage une heure dans l'air confiné, et si, quand on la retire, l'animal est vivant, l'ouvrier peut descendre et travailler. Il serait même prudent de laisser un animal à demeure quand on quitte le chantier, car il peut se faire que des gaz irrespirables se dégagent pendant l'absence des ouvriers.

CHAPITRE II

L'oxyde de carbone.

Après Claude Bernard, j'ai tant étudié ce poison qu'il m'a été facile d'écrire un livre dans l'encyclopédie du professeur Léauté, membre de l'Institut, sous ce titre : *Hygiène expérimentale, l'oxyde de carbone.* Il m'est impossible de résumer cet ouvrage, je me contenterai de donner ici le récit d'une expérience que je fais dans mes cours et qui indique une partie des résultats que j'ai obtenus dans mes longues et patientes recherches.

Empoisonnement d'un chien par un mélange titré d'air et d'oxyde de carbone à 1 p. 100. Arrêt des mouvements respiratoires. Retour à la vie par les manœuvres de respiration artificielle et par la respiration du gaz oxygène. — Je commence par préparer 100 litres d'un mélange exactement titré d'oxyde de carbone et d'air. L'analyse de l'oxyde de carbone conservé dans un gazomètre de Regnault montre qu'il faut employer 1,040 centimètres cubes de ce gaz. Pour introduire dans le gazomètre à rainure du docteur de Saint-Martin un litre d'oxyde de carbone pur, on fait pénétrer dans ce gazomètre 50 litres d'air, puis, à l'aide d'une cloche graduée à robinet, 1,040 centimètres cubes de gaz toxique, et enfin on complète à 100 litres et on ferme provisoirement le robinet à trois voies du gazomètre.

Sur un petit chien du poids de $5^{k},300$, on découvre une artère fémorale et on fixe dans ce vaisseau un ajutage métallique par lequel on aspire avec la seringue de physiologie 20 divisions, qui font $21^{cm^3},6$. Le sang est injecté dans le récipient de ma pompe à mercure, et on extrait en une demi-heure environ du ballon immergé dans l'eau bouillante à 100° :

Gaz	12cc3	Acide carbonique	8cc95
Potasse	3 35	Oxygène	2 85
Acide pyrogallique	0 5	Azote	0 5

Ces nombres multipliés par 0,914, coefficient de correction donné par un tableau spécial et qui correspond à la température de 15° et à la pression atmosphérique de 746mm, deviennent : 8,18, 2,6 et 0,46.

En calculant les volumes de gaz qui étaient contenus dans 100 centimètres cubes de sang, on trouve :

Acide carbonique	37cc1
Oxygène	11 8
Azote	2 1

On applique sur la tête du chien une muselière de caoutchouc, et, à l'aide de soupapes hydrauliques, on fait respirer à l'animal le mélange à 1 p. 100 d'oxyde de carbone.

4 minutes après le début de l'expérience, la respiration est active, l'animal reste calme.

7 minutes : agitation de tous les membres.

9 minutes : nouveau mouvement d'agitation.

10 minutes : arrêt de la respiration.

11 minutes : la respiration reprend, mais les mouvements sont rares.

14 minutes : les mouvements deviennent plus fréquents.

De 15 minutes à 16 minutes, on compte 10 mouvements d'inspiration et 10 mouvements d'expiration par minute. C'est alors qu'on fait une seconde prise de sang, qui est rouge vif et dont nous donnerons plus loin les résultats de l'analyse.

19 minutes : l'œil est encore sensible : on le touche, les paupières se ferment.

21 minutes : arrêt respiratoire, extension des pattes. L'animal, s'il avait été abandonné, serait mort à coup sûr.

Nous séparons les soupapes hydrauliques du gazomètre et nous faisons circuler dans la soupape d'inspiration et dans celle d'expiration un courant d'oxygène prove-

nant d'un réservoir à oxygène comprimé. Les mouvements respiratoires étant complètement arrêtés, le docteur Nicloux pratique, à ma demande, la respiration artificielle à l'aide des deux mains appuyées sur le thorax : l'efficacité des mouvements transmis aux poumons est manifestée par le jeu des soupapes.

24 minutes : M. Nicloux sent sous les mains un premier mouvement respiratoire spontané de l'animal.

26 minutes : les mouvements spontanés de l'animal deviennent plus fréquents, la respiration est complètement rétablie, le chien est sauvé.

28 minutes : on fait passer 100 litres d'oxygène pur dans le gazomètre vidé d'abord, que l'on fait respirer à l'animal pour hâter l'élimination de l'oxyde de carbone.

36 minutes : l'animal présente dans les membres des mouvements d'agitation qui ne durent pas.

53 minutes : les 100 litres d'oxygène ont traversé les poumons.

On cesse de faire respirer ce gaz : le chien détaché, placé sur le sol, reste couché sur le flanc; il aboie et crie sans cesse.

4 heures 10 : l'animal essaye de se relever et retombe aussitôt; il continue à se plaindre.

Le lendemain, le chien est complètement rétabli.

L'extraction des gaz du sang pris 15 minutes après le début de l'empoisonnement a donné des résultats très instructifs :

100 centimètres cubes de sang, tous calculs faits, renfermaient :

Acide carbonique	$27^{cc}7$
Oxygène	1 2
Oxyde de carbone	16 5

Moins d'acide carbonique que le sang normal, $9^{cm^3},4$ en moins; beaucoup moins d'oxygène, 1,2 au lieu de 11,8, c'est-à-dire $10^{cm^3},6$ en moins et beaucoup d'oxyde de

carbone qui a été dégagé à 100° par 50 centimètres cubes d'acide phosphorique trihydraté.

Cette expérience démontre directement, comme l'a établi Claude Bernard, que l'oxyde de carbone remplace l'oxygène dans sa combinaison avec l'hémoglobine, puisque nous voyons que le sang empoisonné ne renfermait plus que 1,2 d'oxygène et contenait 16,5 d'oxyde de carbone. Elle montre en outre combien est efficace l'action, aussi prompte que possible, du médecin dans un cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone et l'emploi tout à fait indiqué d'une grande quantité d'oxygène. J'ajouterai que le procédé des tractions de la langue de mon regretté collaborateur Laborde a rendu aussi de grands services, particulièrement dans un cas d'empoisonnement par le gaz d'éclairage qui eut lieu au Jardin d'acclimatation, lors du gonflement d'un ballon par le gaz; mais il a fallu une grande persévérance, et on a pratiqué pendant trois quarts d'heure les mouvements de traction de la langue, pour ramener le patient à la vie.

Les limites de l'absorption de l'oxyde de carbone par le sang d'un mammifère vivant (chien). — J'ai publié dans les *Archives de physiologie normale et pathologique* de MM. Bouchard, Chauveau, Marey, en avril 1898, un mémoire dont je ne puis indiquer ici que le tableau des résultats :

MÉLANGES D'AIR ET D'OXYDE DE CARBONE	100cc DE SANG ONT ABSORBÉ DE L'OXYDE DE CARBONE EN :				
	1 heure.	2 heures.	3 heures.	4 heures.	5 heures.
1/1 000	8cc	10cc	18cc3	17cc4	16cc8
1/2 000	4 1	7 8			
1/4 000	3	4 2			
1/6 000	1 6	3 3			
1/12 000		1 63			
1/15 000	0 59	1 18			
1/30 000	0 44	0 88			
1/60 000	0 22	0 45			

Prenons la première ligne, nous voyons que, dans un mélange à 1/1,000, 100 centimètres cubes de sang ont absorbé en une heure 8 centimètres cubes d'oxyde de carbone, tandis qu'en 3 heures ou 5 heures le même volume de sang contenait de 18 à 16,8 d'oxyde de carbone, proportion considérable, diminuant beaucoup l'oxygène que l'hémoglobine pouvait absorber. Il n'est pas douteux qu'un mélange pareil pouvait être mortel pour l'homme, surtout pendant le sommeil au bout de plusieurs heures. Un grand nombre de morts subites peut tenir à cet empoisonnement, et il est certain que l'examen du sang et le dosage de l'oxyde de carbone dans le sang qui se fait avec une grande exactitude par les procédés que j'ai indiqués, permettraient dans tous les cas douteux de connaître la vérité.

CHAPITRE III

Gaz d'éclairage.

La découverte du gaz est due à l'ingénieur français Philippe Lebon, qui annonça en 1786 que l'on peut obtenir, en distillant du bois ou de la houille, un gaz inflammable produisant une belle lumière.

Le gaz d'éclairage épuré renferme les gaz suivants :

GAZ		VOLUMES	OXYGÈNE CONSOMMÉ	ACIDE CARBONIQUE CONTENU OU PRODUIT
Hydrogène		45,6	22,8	Eau.
Oxyde de carbone		6,6	3,3	6,6
Acide carbonique		3,6		3,6
Carbures d'hydrogène.	Formène.	34,9	69,8	34,9
	Ethylène.	4,1	12,3	8,2
	Butylène.	2,3	13,8	9,2
TOTAUX		97,1	122,0	62,5

Tous sont combustibles à l'exception de l'acide carbonique, et ils consomment en brûlant, comme l'indique le tableau, des volumes déterminés d'oxygène, et donnent ou de l'eau ou de l'acide carbonique.

Deux volumes d'hydrogène en brûlant se combinent avec un volume d'oxygène et donnent de l'eau. Un volume d'oxyde de carbone s'unit à un demi-volume d'oxygène et donne un volume d'acide carbonique ; un volume de formène ou protocarbure d'hydrogène est brûlé par deux volumes d'oxygène, et il se produit un volume d'acide carbonique et de l'eau.

Un volume d'éthylène ou bicarbure d'hydrogène, pour brûler complètement, exige trois volumes d'oxygène et fournit deux volumes d'acide carbonique.

Un volume de butylène est brûlé par 6 volumes d'oxygène, et on obtient 4 volumes d'acide carbonique.

Il résulte de ces données obtenues par l'eudiomètre, qui ont été publiées dans l'*Agenda du chimiste* par l'éminent professeur Berthelot, que 122 centimètres cubes d'oxygène sont nécessaires pour brûler 100 centimètres cubes de gaz, et on obtient $62^{cmc},5$ d'acide carbonique, à peu près la moitié de 122, qui est 61. Retenons donc que dans la combustion complète du gaz d'éclairage, le volume d'oxygène emprunté à l'air qui circule autour des flammes est double du volume d'acide carbonique produit. Un calcul très simple montre que le volume d'air qui contient 122 centimètres cubes d'oxygène est égal à 586 centimètres cubes.

Il est fort désagréable et nuisible de respirer les produits de combustion du gaz, et de se placer au-dessus de réchauds à gaz ou de becs de gaz allumés : de l'air très chaud, pauvre en oxygène, riche en acide carbonique et en azote, pénètre dans les poumons : c'est de l'air vicié, insuffisant pour l'hématose. Aussi je ne cesse de conseiller l'emploi d'appareils, de hottes pourvues de tuyaux qui permettent l'entraînement complet au dehors des produits de la combustion.

Au moment même où je rédige cet article, je lis dans le *Petit Journal* (7 novembre 1904) le récit d'un accident mortel dont a été victime un jeune officier, M. X., qui a été trouvé asphyxié dans une baignoire :

« L'eau de la baignoire était chauffée au moyen d'un appareil alimenté par le gaz. La combustion de ce gaz devait se faire incomplètement, car quelques jours auparavant Mme X. avait été incommodée par des émanations d'oxyde de carbone. » Malgré les tractions rythmées de la langue et les soins donnés par les médecins, après que le malade avait repris connaissance, l'intoxication par l'oxyde de carbone amena une issue fatale.

A-t-on dans ce cas employé l'oxygène, dont j'ai démontré l'efficacité dans mon livre intitulé *l'Oxyde de carbone* (Encyclopédie Léauté)? Ce ne sont pas quelques litres d'oxygène qu'il faut faire respirer à l'homme empoisonné, ce sont des centaines de litres qu'il faut employer, qu'on doit pouvoir trouver dans toute pharmacie, et les officines sont nombreuses à Paris.

L'explication que je puis donner de l'accident mortel si regrettable que je viens de rappeler me paraît être la suivante : un mauvais allumage du gaz a déterminé la combustion à chaque orifice des injecteurs, avant le mélange du gaz avec l'air. Jamais le gaz ne doit brûler ainsi; on sent alors l'acétylène qui est toujours mélangé d'oxyde de carbone, lorsque cette combustion incomplète a lieu. En faisant respirer à un chien les produits de combustion d'un bec Bunsen brûlant par le bas, j'ai obtenu en moins d'une demi-heure la mort de l'animal; le sang était en grande partie oxycarboné.

Je ne puis trop insister auprès des architectes sur la nécessité d'entraîner au dehors les produits de la combustion du gaz, qui en se répandant dans une salle de bains fort petite, même dans les appartements nouveaux les plus somptueux, causent des malaises et trop souvent des accidents mortels.

Danger d'explosion. — Le gaz d'éclairage, mélangé en

certaines proportions avec l'air, détone avec la plus grande violence, et si les volumes sont assez grands, les effets mécaniques renversent les murs, tordent les métaux, lancent des projectiles qui peuvent tuer ou blesser grièvement les hommes : il y a des exemples nombreux de ces explosions désastreuses.

J'ai l'habitude, dans mes cours, de faire l'expérience suivante, qui est très démonstrative : je fais passer dans une cloche à gaz en verre épais 10 centimètres cubes de gaz d'éclairage et 58^{cmc},6 d'air renfermant la proportion d'oxygène nécessaire pour la combustion complète du gaz ; je fais pénétrer dans la cloche, après avoir agité le mélange pour le rendre homogène, un inflammateur à fil de platine; je fixe sur le sommet de la cloche un chapeau de laiton, à l'aide d'un support ou d'une vis de pression ; je recouvre le bocal plein d'eau d'une planche et d'un poids de 20 kilogrammes; je fais passer le courant d'une batterie d'accumulateurs ; le fil rougit, une explosion violente a lieu qui chasse en dehors de la cloche une partie des gaz résultant de la combustion. Ces gaz recueillis renferment de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, et dans une explosion célèbre de grisou qui eut lieu à Tylerstown, en Angleterre (27 janvier 1896), 57 ouvriers sur 90 qui se trouvaient dans la mine et trente chevaux sont morts empoisonnés par l'oxyde de carbone, comme l'a reconnu le professeur Haldane. J'ajouterai que si 10 centimètres cubes de gaz produisent déjà une forte explosion, si un mètre cube de gaz ou cent mille fois plus de gaz se mélangent avec 6 mètres cubes d'air, l'explosion produite par la flamme d'une bougie ou d'une allumette sera aussi terrible que si l'on avait fait détoner un énorme obus.

Dès que l'on sent, en pénétrant dans un magasin ou dans un appartement, la moindre odeur de gaz, avant l'allumage, il faut fermer le compteur, ouvrir des portes ou des fenêtres opposées pour renouveler l'air, et ne procéder à l'allumage des becs qu'après la disparition de l'odeur.

Ce qui rend l'usage du gaz préparé à l'aide de l'eau dont on fait passer la vapeur sur du charbon porté à la température de 1,000°, extrêmement dangereux dans la pratique, c'est qu'il est formé de 48,8 d'hydrogène p. 100 et de 49,7 p. 100 d'oxyde de carbone, proportion 7 fois et demie plus grande que celle qui est contenue dans le gaz d'éclairage 6,6). (C'est de plus que ce gaz n'a pas d'odeur. C'est ce qui fait et ce qui fera renoncer à l'emploi du gaz de l'eau, bien que sa préparation soit plus économique que celle du gaz de la houille.

Appareils de chauffage par le gaz. — Non seulement le gaz nous rend de très grands services pour l'éclairage, mais il est employé en grande quantité pour le chauffage et pour la cuisson des aliments.

Rien n'est plus commode dans nos appartements parisiens que l'usage intermittent des poêles radiateurs, qui, composés de tuyaux en terre réfractaire garnis de trous, chauffés par des becs de Bunsen, émettent une grande quantité de chaleur ; mais, quand on les fait installer, il faut, à travers le tablier d'une cheminée baissé presque complètement jusqu'à 2 ou 3 centimètres du sol, faire percer un trou pour le tuyau de dégagement des produits de combustion. Ce tuyau doit, derrière le tablier, porter un coude et un tuyau vertical ayant au moins un mètre de hauteur, afin que tous les gaz chauds et contenant de la vapeur d'eau s'échappent complètement par la cheminée, qui doit être au-dessus du toit, surmontée d'un chapiteau à girouette tournant sous l'action du vent ; on évitera ainsi les coups de vent et le reflux dans la pièce des produits de la combustion.

Lorsque le poêle radiateur est allumé, il faut s'assurer que l'air de la chambre ou du salon est complètement entraîné, en approchant du sol une petite bougie allumée. Dans toute la surface rectangulaire ouverte comprise entre le sol et le bord inférieur du tablier, on constatera l'inclinaison de la flamme et l'établissement d'un bon tirage : si la flamme s'inclinait en sens inverse du dehors

en dedans, l'installation serait mauvaise et devrait être modifiée par un fumiste habile.

Je n'ai pas besoin de décrire les fourneaux à gaz de cuisine, qui sont connus de tout le monde, mais il est utile de faire remarquer que lorsqu'il s'agit de rôtis ou de grillades, il faut que le morceau de viande soit placé à 3 centimètres environ de la surface presque horizontale formée par deux rangées de flammes brûlant en blanc et rayonnant plus de chaleur que les flammes bleues.

Si l'on veut obtenir un rôti, on fera disposer sur un escabeau un tournebroche qui fera tourner la pièce de viande pendant trois quarts d'heure ou un temps plus long, suivant son volume.

Un récipient métallique de forme rectangulaire placé au-dessous et reposant sur des bouchons de liège recevra le jus du rôti.

Il est bien essentiel, au point de vue de l'hygiène, d'obtenir une cuisson suffisante : il y a souvent une différence considérable entre la température à la surface et dans l'intérieur d'un rôti, comme on peut le reconnaître au thermomètre; l'ingestion dans l'estomac de viande rouge qui peut contenir des cysticerques, larves de ténia, peut donner naissance dans l'intestin à des ténias ou vers solitaires, très nuisibles à la santé.

Les Abyssins, qui se nourrissent de viande crue, ont presque tous le ténia, dont ils se débarrassent de temps en temps par le kousso et par d'autres anthelmintiques.

Le savant d'Abbadie, qui a été président de l'Académie des sciences, m'a raconté que, pendant un long séjour qu'il fit en Abyssinie pour des recherches scientifiques, il n'avait jamais voulu se soumettre à l'usage de la viande crue ; il s'est nourri exclusivement de riz; il ajoutait que son savant collègue M. Boussingault lui avait dit : « Il est impossible de se nourrir ainsi en ne prenant que du riz, qui ne renferme pas assez d'azote. Cependant on peut affirmer que le riz seul peut suffire pour entretenir la santé et l'énergie musculaire. M. Guillaume Grandidier, qui fit

plusieurs voyages à Madagascar, a vu des porteurs chargés de lourds fardeaux se contenter de 800 grammes à 900 grammes de riz par jour; il est vrai que le riz est préparé par les indigènes avec une petite quantité d'eau, presque à sec, pour éviter une trop grande dilatation de l'estomac.

Conseils pratiques dans l'emploi du gaz. — Lorsqu'on fait installer le gaz d'éclairage dans une cuisine, il faut prescrire aux ouvriers de placer le compteur sur une tablette à la hauteur de 2 mètres environ, pour qu'il soit hors de la portée des enfants (c'est généralement ce que l'on fait); puis, dans l'établissement des tuyaux de plomb et des robinets, il faut faire disposer ceux-ci de manière que le consommateur (le compteur étant fermé) puisse de temps en temps dévisser la vis et graisser le noyau de chaque robinet avec un peu de suif : c'est ainsi qu'on évitera les fuites de gaz par les robinets.

Il est bon de faire souder au tuyau principal d'arrivée du gaz fixé contre le mur un second branchement en forme d'Y, de manière à posséder deux robinets, l'un desservant le fourneau à gaz par un tuyau métallique soudé aux deux extrémités, l'autre permettant, à l'aide d'un autre tube métallique, de conduire le gaz à un bec Bunsen ou à un bec cintré de Berthelot pourvu de son support. On obtient ainsi un troisième réchaud, qui peut être utile dans certains cas. Je supprime volontiers les tuyaux de caoutchouc, qui souvent se fendent et donnent une issue au gaz, et je les fais remplacer par des tuyaux métalliques de plomb ou de laiton soudés à leurs extrémités.

Pour ouvrir et pour fermer le robinet du compteur, ce qui est indispensable chaque fois que l'on quitte son appartement, ou le soir avant de se coucher, rien n'est plus commode que l'emploi de chaînes terminées par un anneau et qui sont attachées à un levier fixé sur le noyau du robinet.

La fermeture du compteur est si essentielle, qu'elle doit être contrôlée successivement par deux personnes : on

évitera ainsi, à coup sûr, les accidents d'empoisonnement par l'oxyde de carbone contenu dans le gaz, qui arrivent souvent pendant le sommeil et qui ont fait mourir des familles entières, le père, la mère et les enfants.

Je suis d'avis qu'il ne faut pas employer le gaz dans les chambres à coucher.

CHAPITRE IV

L'opium et la morphine. — Les serpents venimeux.

L'opium et la morphine. — Quand on fait une ou plusieurs incisions à la capsule d'un pavot (*Papaver somniferum*) avec une lame de canif, on voit de la capsule encore verte s'échapper un liquide blanc comme du lait : c'est le latex contenu dans les vaisseaux laticifères. Ce liquide brunit à l'air, perd de l'eau et prend une consistance sirupeuse. Dans les pays où l'on cultive le pavot, dans l'Inde, en Chine et dans l'Indo-Chine, des femmes recueillent ce liquide brun : c'est la matière première de l'opium, qui est soumis à une série de préparations qui durent plusieurs mois et qui sont abrégées depuis que le docteur Calmette a découvert qu'un petit organisme, l'*Aspergillus niger,* ajouté aux liquides obtenus par le traitement de l'opium, produit des fermentations spéciales qui donnent un liquide brun nommé *chandoo*, qui est mis en vente pour les fumeries d'opium. L'opium ne se fume pas comme le tabac; le fumeur, couché sur un lit, puise à l'extrémité d'une tige une gouttelette d'opium liquide, puis tourne au-dessus de la petite flamme d'une lampe allumée le liquide, qui rend de l'eau, et le résidu se boursoufle; on dépose à côté d'un trou percé dans un petit fourneau de porcelaine fixé à un tube long de 40 à 50 centimètres ce dépôt, qui est placé exactement au-dessus de la flamme;

le fumeur aspire la fumée en faisant quelques inspirations; c'est, paraît-il, après la vingtième pipe que l'on s'endort et que l'on fait des rêves agréables. Quelle malheureuse et funeste habitude, qui non seulement paralyse toute énergie et tout travail, mais qui compromet l'alimentation, la nutrition et la santé! Les fumeurs d'opium maigrissent, se ruinent par l'achat d'une drogue d'un prix élevé, et sont incapables de remplir leurs devoirs. Il faut absolument ne point commencer à fumer l'opium, qui offre, paraît-il, plus d'attraction que le tabac; il faut refuser toute offre faite par un ami et résister à la tentation.

Il existe malheureusement en France des fumeries d'opium. Nous devons lutter avec la plus grande énergie contre un poison dont l'usage, s'il devenait général, affaiblirait notre race et nous conduirait à une dégénérescence incurable.

De l'opium, des chimistes très habiles ont retiré une grande quantité d'alcaloïdes, la morphine, la codéine, la narcotine, la thébaïne, la papavérine, la narcéine, etc., dont les uns sont calmants et provoquent le sommeil, dont les autres, comme la thébaïne, produisent des convulsions.

L'opium est un médicament qui rend de grands services, mais il ne faut l'employer qu'après avoir consulté son médecin.

Le laudanum de Sydenham ou celui de Rousseau est très employé, mais il faut bien s'en défier, surtout chez les enfants, qui sont bien plus sensibles que l'homme à de faibles doses. On ne peut pas trop s'élever contre l'usage que font certaines personnes d'infusion de capsules de pavot très inégales dans leur contenu en alcaloïdes, pour faire dormir de jeunes enfants : c'est un procédé dangereux et même criminel.

Chlorhydrate de morphine et chloroforme. — Voici un sel, le chlorhydrate de morphine, que nous employons souvent dans nos expériences de physiologie pour diminuer la sensibilité des animaux et pour les endormir.

On peut même, comme je le fais actuellement, obtenir, grâce à la morphine et à un anesthésique, le chloroforme en mélange titré, une anesthésie prolongée d'un animal, qui ne souffre nullement pendant l'opération, et l'emploi de ce procédé doit satisfaire les personnes sensibles qui condamnent les recherches physiologiques indispensables pour faire progresser la science de la vie. Ce procédé a déjà été employé par Claude Bernard; voici comment je le mets en œuvre, en le perfectionnant : j'injecte sous la peau de l'abdomen d'un chien du poids de 8 kilogrammes, 8 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de morphine contenant exactement 8 centigrammes de ce sel, et je fais conduire l'animal dans le jardin du laboratoire. Au bout d'une demi-heure environ, le chien est couché sur le sol, il est endormi, et, pour le ramener au laboratoire, on le fait avancer assez difficilement; il présente la marche hyénoïde, les membres postérieurs étant plus affaissés que les antérieurs.

D'autre part, j'ai préparé d'une manière très simple un mélange titré d'air et de vapeur de chloroforme selon le procédé de Paul Bert dans mon gazomètre de laiton de 150 litres; j'ai composé un mélange contenant 5 grammes de chloroforme ou $3^{cc},33$ de ce liquide dans 100 litres, j'ai versé 5 grammes de chloroforme dans un ballon de verre d'un demi-litre fermé par un bouchon à deux trous traversé par deux tubes de verre recourbés à angle droit dont l'un pénètre jusqu'au fond du ballon, tandis que l'autre traverse seulement le bouchon et s'adapte au robinet à 3 voies du gazomètre; on aspire de l'air qui vaporise le chloroforme, et on obtient un mélange titré qui, respiré par l'animal morphiné, produit l'insensibilité de l'œil et la maintient, si on le veut, pendant une heure ou une heure et demie.

On peut par ce procédé, que j'adopte définitivement dans mes cours, réaliser un grand nombre de recherches physiologiques sur l'animal complètement anesthésié, qui ne ressent plus aucune douleur.

La quantité de chloroforme employé est la moitié ou le tiers de celle qu'il faut mélanger à 150 litres d'air pour obtenir l'anesthésie par le chloroforme seul; c'est ce qu'a démontré le procédé très ingénieux de dosage du chloroforme dans le sang et dans les tissus, que nous devons à l'habile docteur Nicloux.

Sur les serpents venimeux. — J'emprunte à la notice scientifique de mon collègue à l'Académie de médecine le professeur Kaufmann, d'Alfort, des faits intéressants relatifs à la vipère et à son venin, et à la destruction des vipères par le hérisson. Dans un rapport au ministre de l'agriculture, M. Kaufmann étudie la distribution géographique de la vipère en France; il expose les accidents produits chez l'homme et les animaux domestiques par les morsures de ce reptile venimeux; il indique les moyens à employer pour prévenir ces accidents et pour les guérir, et les mesures administratives qu'il conviendrait de prendre pour empêcher la propagation des vipères et pour arriver à leur destruction complète. En partant d'une statistique officielle faite dans les trois départements de la Franche-Comté, M. Kaufmann montre l'importance de la prime sur la destruction. Pour que la prime produise tout son effet, il faut qu'elle soit assez élevée pour assurer un gain rémunérateur à ceux qui pratiquent la chasse des vipères; il faut de plus qu'elle porte de préférence sur les reptiles tués au printemps et qu'elle soit plus élevée pour les vipères que pour les vipereaux.

Le hérisson destructeur des vipères. — Quand on enferme ensemble dans une cage un hérisson et une vipère, on peut assister à un combat des plus curieux et duquel le hérisson sort toujours victorieux.

Le hérisson, en s'avançant vers le reptile, abaisse son museau et le cache sous les épines qui surmontent sa tête et qui forment un véritable casque armé de pointes aiguës. Au moment où le hérisson ainsi protégé arrive près du reptile pour le saisir, celui-ci, la gueule large-

ment ouverte et les crochets à venin saillants, cherche à frapper le museau de l'agresseur; mais ses coups, au lieu de porter directement sur la peau, tombent sur les épines, et le venin lancé se perd inutilement. Après avoir frappé ainsi à plusieurs reprises sans résultats, la vipère cherche à fuir, mais le hérisson la saisit et la mord vigoureusement. Pendant la lutte qui se poursuit alors, le reptile frappe encore des coups répétés, souvent ses crochets pénètrent dans le museau du hérisson; mais celui-ci se soucie peu de ces morsures tardives, il n'en est nullement impressionné, parce que la provision du venin est épuisée et que par conséquent les crochets ne peuvent lui inoculer qu'une quantité de venin insuffisante. Il finit par saisir le reptile par le cou et la tête, le tue assez rapidement et le dévore ensuite. Le hérisson est moins sensible au venin de la vipère que les autres animaux, mais il ne faudrait pas croire qu'il jouit de l'immunité complète. En effet, j'ai tué plusieurs hérissons en leur inoculant à chacun une grosse goutte de venin frais sous la peau. Il est bien certain que si le hérisson était atteint au museau par la première morsure du reptile, il succomberait souvent, ou en tout cas serait intoxiqué plus ou moins. (Kaufmann.)

Le hérisson étant un excellent destructeur de vipères, il conviendrait de favoriser sa multiplication dans les régions infestées de ces dangereux reptiles (professeur Kaufmann).

J'ajouterai que dans tous les pays où existent des serpents venimeux, les voyageurs feront bien de se munir d'une provision de sérum antivenimeux du docteur Calmette, de Lille, pour traiter les hommes et les animaux mordus par les serpents, qui ont fait tant de victimes.

LIVRE X

ESQUISSES BIOGRAPHIQUES

Il m'a semblé utile, à la fin de cet ouvrage, dont la rédaction a été laborieuse et a exigé beaucoup de temps, de faire l'apologie du travail et de citer comme exemples à imiter les hommes savants dans tous les genres, qui ont passé leur vie dans un labeur continuel et qui ont rendu tant de services à l'humanité. Je pourrais nommer un grand nombre de nos contemporains, je n'aurais que l'embarras du choix, mais je me suis imposé la loi de glorifier surtout ceux qui ont disparu et qui sont nos maîtres et nos bienfaiteurs : je me bornerai à quelques esquisses biographiques. Il existe dans la vie une période critique : c'est quand on passe d'une extrême activité à un repos presque absolu, c'est à l'époque de la retraite; il faut faire tous ses efforts pour continuer à travailler et imiter l'illustre Chevreul : sur son bureau, lorsqu'il avait cent ans, on voyait un cahier avec en tête : *Travaux en cours d'exécution.*

LAVOISIER

Le savant éminent que l'on appelle avec raison le père de la chimie et de la physiologie est connu du monde entier; il fallait un volume pour célébrer ses louanges, c'est fait : le beau livre qui a été publié par le professeur Grimaux est bien instructif, bien intéressant, bien émouvant.

Je ne puis mieux faire pour rester dans mon sujet, dans les questions de physiologie et d'hygiène, que de citer textuellement une partie du Mémoire de Lavoisier sur la viciation de l'air, sur les altérations qu'éprouve l'air respiré, Mémoire qui se trouve dans les œuvres complètes de Lavoisier publiées en quatre volumes par l'illustre chimiste Jean-Baptiste Dumas.

C'est un fait bien anciennement connu, que les animaux qui respirent ne peuvent vivre qu'un temps limité dans une quantité donnée d'air de l'atmosphère; bientôt ils y languissent, ils s'y assoupissent; ce sommeil, d'abord paisible, est suivi d'une grande agitation; la respiration devient pénible et précipitée, et les animaux meurent dans des mouvements convulsifs.

Ces accidents se succèdent plus ou moins rapidement, suivant que la quantité d'air dans laquelle les animaux sont renfermés est plus ou moins grande, relativement à leur volume et à celui de leurs poumons; la vigueur de l'animal contribue aussi à prolonger un peu plus longtemps son existence...

On a observé qu'un homme ne pouvait pas subsister plus d'une heure dans un volume d'air de cinq pieds cubes ou 1 mètre cube 638 litres...

Puisque l'air de l'atmosphère ne peut entretenir que pendant un certain temps la vie des animaux qui le respirent, puisqu'il s'altère à mesure qu'il est respiré, on peut en conclure que la salubrité de l'air doit être plus ou moins diminuée dans les salles de spectacle, dans les lieux d'assemblées publiques, dans les salles des hôpitaux, dans tous les endroits où un grand nombre de personnes se rassemblent, surtout si l'air y circule lentement et difficilement.

Dans un dortoir de l'hôpital général, dans une salle basse et encombrée de malades, Lavoisier a recueilli le matin, avant l'ouverture des fenêtres, deux flacons, l'un d'air pris au bas de la salle, l'autre d'air pris au plafond, et il a trouvé :

Pour l'air vital ou oxygène.....	23vol5	et	22vol
Pour l'acide carbonique	1 5		3
Pour l'azote.....	75		75
TOTAL.....	100 0		100

Dans la salle du Théâtre-Français, établi alors aux Tuileries, Lavoisier, un jour où l'affluence des spectateurs était très grande, a trouvé 2,5 p. 100 d'acide carbonique.

On est effrayé, dit Lavoisier, quand on pense que, dans une assemblée nombreuse, l'air que chaque individu respire a passé et repassé un grand nombre de fois, soit en tout, soit en partie, par le poumon de tous les assistants, et qu'il a dû se charger d'exhalaisons plus ou moins putrides ; mais de quelle nature sont ces émanations ? Jusqu'à quel point diffèrent-elles dans un sujet ou dans un autre, dans la vieillesse ou dans la jeunesse, dans l'état de maladie ou de santé ? Quelles sont les maladies susceptibles de se gagner par ce genre de communication ? Quelles précautions pourrait-on prendre pour neutraliser ou pour détruire l'influence dangereuse de ces émanations ?

Il n'est peut-être aucun de ces points dont l'examen ne puisse donner prise à l'expérience, et il n'en est pas de plus important pour la conservation de l'espèce humaine. Tous les arts marchent rapidement vers leur état de perfection ; celui de vivre en société, de conserver dans leur état de force et de santé un grand nombre d'individus réunis ensemble, de rendre les grandes villes plus salubres, la communication des maladies contagieuses moins facile, est encore dans son enfance. (Lavoisier.)

PARMENTIER

L'année 1783 fut pour les arts alimentaires une année de progrès. Jusqu'alors la pomme de terre avait été regardée comme une plante dangereuse. Selon le dire populaire, cet aliment faisait dégénérer l'espèce humaine et lui donnait des maladies affreuses, la lèpre, par exemple ; de plus, la pomme de terre épuisait les terres fertiles et ne pouvait réussir en des terrains médiocres. Déjà les pays du Nord cultivaient la pomme de terre, et la France repoussait encore ce précieux végétal.

Parmentier résolut de combattre tous les préjugés qui s'opposaient à l'emploi de la pomme de terre comme aliment. Il n'ignorait pas les obstacles qu'il rencontrerait en tous lieux. Il s'adressa à Louis XVI lui-même, et il obtint de ce monarque la permission de planter de pommes de terre cinquante arpents de la plaine des Sablons, terrain qu'on laissait en friche à cause de sa stérilité. On prétendait que la pomme de terre était difficile à élever et qu'elle demandait des soins minutieux : Parmentier voulut prouver le contraire; il choisit la plaine des Sablons; il confia à ce terrain aride sa plante favorite, et attendit avec confiance le moment de la floraison. Les pommes de terre réussirent. Emerveillé du succès qu'il venait d'obtenir, et qui avait surpassé toutes ses espérances, Parmentier court cueillir la première fleur, se rend à Versailles avec son précieux trésor, pour l'offrir au monarque. Louis XVI accepte la fleur avec un sourire de bonté, et, au milieu d'une foule de courtisans légers et moqueurs, il en décore son habit.

Tous les efforts de Parmentier avaient donc été couronnés d'un entier succès, et la pomme de terre prit, à compter de ce jour, le nom de parmentière. (*Les Artisans illustres,* par Edouard Foucaud, sous la direction de MM. le baron Ch. Dupin et Blanqui aîné; Paris, 1841.)

On se demande comment nos aïeux pouvaient se nourrir avant la culture de la pomme de terre, qui rend tant de services à l'alimentation.

BENJAMIN FRANKLIN

Voici un savant digne de tous les éloges et de tous les hommages, qui doit être proposé comme un modèle aux travailleurs.

Apprenti, ouvrier, patron imprimeur, physicien, éminent philosophe, philanthrope, fin diplomate, Franklin

possédait un sens très pratique, que nous devons imiter ; il a contribué, par les bons conseils qu'il a donnés dans l'*Almanach du bonhomme Richard,* à l'accroissement de la fortune de ses compatriotes. Je me suis procuré et j'ai lu avec le plus vif intérêt les *Essais de morale et d'économie politique* de Benjamin Franklin, traduits de l'anglais et annotés par Edouard Laboulaye, membre de l'Institut de France (librairie Hachette). Sur la première page on lit :

Eripuit e cœlo fulmen, sceptrumque tyrannis.

Ce grand homme qui a ravi la foudre au ciel, et qui a contribué puissamment à la séparation et à l'indépendance des Etats-Unis, ne voulut pas néanmoins accepter la seconde partie de l'éloge de Turgot, *le sceptre aux tyrans ;* car enfin l'Angleterre était sa mère patrie.

Il m'est impossible de résumer les ouvrages de Franklin. Il y a cependant plusieurs passages qui sont de bonnes leçons d'hygiène et que je citerai avec beaucoup de plaisir :

Moyen de conserver la santé.

(*Almanach du bonhomme Richard,* 1742.)

Mange et bois l'exacte quantité que ton corps réclame eu égard au service de ton esprit.

Ceux qui étudient beaucoup ne doivent pas manger autant que ceux qui travaillent fort, leur digestion n'étant pas si facile. Quand tu auras trouvé la quantité et la qualité qui te sont nécessaires, garde-les constamment.

Evite l'excès en toutes choses, aussi bien dans le boire que dans le manger...

La difficulté gît à trouver une mesure exacte ; mais mange par nécessité, non par plaisir, car la gourmandise ne sait pas où le besoin finit.

Veux-tu jouir d'une longue vie, d'un corps sain, d'un esprit vigoureux ; veux-tu goûter les œuvres merveilleuses de Dieu, travaille d'abord à soumettre tes appétits à ta raison. »

Sur les mariages contractés de bonne heure.

A John Alleyne.

Londres, Craven Street, 9 août 1768.

Cher John,

Vous voulez que je vous dise franchement ce que je pense des mariages précoces, pour répondre aux critiques sans nombre qu'on a faites du vôtre. Vous pouvez vous rappeler que lorsque vous m'avez consulté à ce sujet, je vous ai dit que la jeunesse des deux côtés n'était pas pour moi une objection. Si j'en dois juger par les ménages que j'ai été à même d'observer, je serais porté à croire que les meilleures chances de bonheur sont pour ceux qui se marient jeunes. Les jeunes gens ont le caractère plus flexible, ils tiennent moins à leurs habitudes ; ils s'accoutument donc plus aisément l'un à l'autre : ce qui écarte bien des occasions de dégoût. Si de jeunes époux n'ont pas toute la prudence qu'exige la conduite d'un ménage, ils ont en général auprès d'eux des parents ou des amis plus âgés, qui peuvent les aider de leurs conseils et qui sont prêts à suppléer au défaut d'expérience.

Un ménage précoce habitue de meilleure heure les jeunes gens à une vie réglée et utile ; souvent même il prévient heureusement des accidents ou des liaisons qui nuisent à la santé ou à la réputation, quelquefois même à toutes deux...

Il y aurait un volume entier à écrire sur Franklin ; je suis forcé de me limiter, mais, en recommandant la lecture de ses œuvres, je ne puis résister au désir de faire connaître la fable *l'Aigle et le Chat.*

Un soir, chez un lord anglais, la conversation ayant porté sur les fables, une personne avança qu'Esope, La Fontaine et Gay avaient épuisé le sujet. La compagnie approuva ce jugement, Franklin garda le silence. Pressé de donner son avis, il finit par dire qu'il croyait la fable une mine inépuisable. « En feriez-vous une ? » lui demanda-t-on? Franklin répondit que si on voulait lui donner une plume et de l'encre, il en ferait une sur-le-champ. Et en

quelques minutes il écrivit l'apologue suivant, qui exprime de façon ingénieuse l'embarras où se trouvait l'Angleterre après avoir provoqué l'Amérique.

« Il y avait une fois un aigle qui, tournant autour d'une ferme, et épiant un lièvre, tomba comme la foudre sur sa proie, la saisit dans ses serres et l'emporta dans les airs. L'aigle s'aperçut bientôt qu'il avait affaire à un animal de plus de courage et de plus de force qu'un lièvre; car, malgré la finesse de sa vue, il s'était trompé : c'était un chat qu'il avait pris. Non seulement le chat se débattait à outrance, mais il s'était dégagé des serres de l'aigle, l'avait saisi au corps avec ses quatre griffes, et lui enfonçait ses dents dans la gorge. « Lâche-moi, dit l'ai-« gle, et je te lâcherai. — Fort bien, dit le chat, je n'ai nulle « envie de tomber de cette hauteur pour être écrasé et « mourir en mille morceaux. Tu m'as enlevé, descends, « et remets-moi où tu m'as pris. » Et l'aigle vit qu'il était nécessaire de descendre, comme le chat lui avait dit. » (Laboulaye, ouvrage cité.)

Franklin excellait dans la repartie juste et spirituelle : « A quoi bon les ballons? disait à Franklin une personne qui ne voyait dans cette découverte rien de bien utile. — A quoi bon l'enfant qui vient de naître? » lui demanda l'inventeur du paratonnerre.

« En nous faisant aimer le travail, l'ordre, l'économie, en nous montrant le prix de la liberté et de l'égalité, Franklin nous réconcilie avec la vie et nous apprend à nous trouver heureux ici-bas. Connaît-on beaucoup de philosophes qui aient rendu un plus grand service à l'humanité? » (E. Laboulaye.)

ROBERT FULTON

Il naquit en 1765, à Little Britain, comté de Lancastre, en Pennsylvanie, d'une famille pauvre. Les auteurs de ses jours étaient de malheureux émigrés irlandais...

En 1797, Fulton, dans le but de changer le système de guerre des Européens, s'attacha à découvrir si la science mécanique ne pourrait pas fournir un moyen de forcer la nation la plus forte à partager avec la plus faible l'empire des mers. Il fit à Paris quelques essais sur la manière de diriger entre deux eaux et de faire éclater à un point donné des bombes remplies de poudre; il échoua d'abord, mais il ne se découragea point; il perfectionna son *torpedo* (torpille) et son *nautilus,* noms qu'il avait donnés à sa bombe et à son bateau sous-marin... Lorsque Bonaparte eut été revêtu de la dignité de premier consul, il lui écrivit pour obtenir les fonds nécessaires à la construction d'un bateau sous-marin, et pour qu'une commission examinât ses expériences. Cette double requête eut tout son effet. Le bateau fut construit, et Volney, Monge et Laplace furent commis pour faire un rapport sur l'invention de l'ingénieur américain. Dans une de ses excursions sous-marines, Fulton resta sous l'eau, sans renouvellement d'air, pendant trois heures, et dans une autre, cinq hommes purent demeurer six heures dans le bateau plongeur et en sortir à cinq lieues du point de départ. Sur le rapport favorable des savants examinateurs, Fulton fut envoyé à Brest. Là, en présence de l'amiral Villaret-Joyeuse, il alla attacher un *torpedo* contre le flanc d'un vieux navire, mouillé dans la rade, et réussit à le faire sauter en l'air à une hauteur prodigieuse. Il épia ensuite l'occasion de renouveler l'expérience contre un des vaisseaux anglais alors en croisière sur la côte. Il attendit vainement tout un été; aucun bâtiment ne s'approcha suffisamment de terre, et il fut obligé de renoncer à son projet. Bonaparte, chez qui le goût des innovations diminuait à mesure que sa puissance s'accroissait, s'impatienta du retard et retira sa protection à une découverte qui aurait pu lui ouvrir le chemin de l'Angleterre.

En 1806, Fulton s'embarqua pour New-York. Il fit connaître à ses compatriotes son système de torpedo,

puis, réfléchissant aux avantages incalculables qu'un pays nouveau et vaste comme les Etats-Unis, coupé de lacs et de fleuves navigables, abondant en combustibles, devait retirer de la navigation à vapeur, il s'occupa, toujours avec le concours de M. Livingston, de construire un bateau de ce genre pour naviguer sur l'Hudson. Ce fut au mois d'août 1807 que le *Clermont* fut essayé. Ce fut le plus heureux jour de la vie de Fulton. Il était monté sur son bâtiment au milieu des rires et des huées de la multitude ignorante et incrédule; mais lorsqu'on vit le *Clermont* s'éloigner du quai et parcourir majestueusement le fleuve à l'aide de ses puissantes nageoires, l'étonnement et l'admiration remplacèrent l'incrédulité, et son départ fut salué par des acclamations et des applaudissements frénétiques. (*Les Artisans célèbres,* par Valentin; Tours, Mame et Cie, imprimeurs-libraires, 1845.)

P. FLOURENS

Un de mes illustres prédécesseurs dans la chaire de physiologie comparée du Muséum d'histoire naturelle, P. Flourens, membre de l'Académie française et secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, a écrit un livre fort intéressant et très documenté intitulé : *De la Longévité humaine et de la Quantité de vie sur le globe.* (Paris, Garnier frères, libraires-éditeurs; 3e édition, 1856.) Je ne puis que conseiller la lecture de cet ouvrage, et je me contente de reproduire la préface et de donner un extrait du 1er paragraphe consacré à Cornaro et à la vie sobre.

Préface.

Je touche, dans ce livre, à quelques-uns des points les plus importants de l'étude et, si je puis ainsi parler, de la *théorie* de la vie.

Tous les siècles ont étudié la vie. Le nôtre commence à l'étudier sous ses grands aspects. La question de la *quantité*

de vie, toujours diversement représentée et également maintenue, celle de l'*apparition de la vie* sur le globe, celle de la *fixité* des espèces, celle des *espèces anéanties et perdues*, sont des questions toutes nouvelles.

A côté de ces questions nouvelles, j'en ai placé quelques autres, fort anciennes, mais que je crois avoir rajeunies : celle de la *longévité humaine*, celle de la *formation de la vie*, celle de la *vieillesse*.

J'ai rajeuni la question de la *longévité humaine* en donnant un signe certain du terme de l'*accroissement* (la soudure des os), et par suite une mesure précise de la durée de la vie.

A l'étude de la *formation de la vie*, j'ai substitué l'étude de la *continuité de la vie*. La vie ne recommence pas à chaque nouvel *individu :* elle n'a commencé qu'une fois pour chaque espèce. A compter du premier couple *créé* de chaque espèce, la vie ne recommence plus; elle se continue. Je recule le mystère, autant qu'il se peut, et je lui marque sa place.

Quant à la vieillesse, je l'envisage ici sous ses deux côtés : le côté physique et le côté moral.

Du côté physique, je lui ouvre de grandes espérances : un siècle de *vie normale,...* et tout cela à une simple condition, mais qui est rigoureuse : celle d'une bonne conduite, d'une existence toujours occupée, du travail, de l'étude, de la modération, de la *sobriété* en toutes choses.

Du côté moral, la perspective n'est pas moins belle. Que d'heureux vieillards! et quels exemples des facultés les plus délicates et les plus nobles sans cesse perfectionnées! Fontenelle, Voltaire, Buffon, Bossuet (s'il est permis de citer ce grand nom dans des questions purement humaines). Je voudrais que ce livre pût apprendre à tous les hommes le respect *nécessaire* de la *vieillesse* (qui était si développé chez les Spartiates). Au jeune homme, qui ne s'instruira jamais plus qu'auprès des vieillards illustres; à l'homme d'un âge mûr, qui comptera bientôt, par un regret amer, le moment présent perdu pour une action utile ; au vieillard, qui ne peut voir sans orgueil, honoré en lui l'âge après lequel il n'en est plus d'autre en ce monde, l'âge où l'âme se sent plus près de Dieu, l'âge saint de la vie.

De Cornaro et de la vie sobre.

En fait de *vie sobre* et même de *vie longue,* on ne peut guère commencer par un nom qui en dise plus que celui de Louis Cornaro (1467-1566), ce bon et frêle vieillard qui, à force de modération, de soins, de régime, et de faire sa grande affaire de vivre, vécut en effet près de cent ans. Son livre est l'éloge de la sobriété. Et ce qui est à remarquer, c'est qu'il écrivait cet éloge au moment où l'Italie se livrait le plus à l'intempérance.

« O malheureuse Italie! s'écrie-t-il, ne t'aperçois-tu pas que la gourmandise t'enlève, chaque année, plus d'habitants que la peste, la guerre et la famine ne pourraient en détruire? Tes véritables fléaux sont tes festins fréquents, qui sont si outrés qu'on ne saurait faire des tables assez grandes pour arranger la quantité de plats dont la prodigalité les couvre, en sorte qu'on est obligé de servir les viandes et les fruits par pyramides. Quelle fureur! quelle folie! Mets-y ordre, pour l'amour de toi-même... Otez cette mort du milieu de vous, et cette peste inconnue à nos pères. »

Né avec une constitution très faible, Cornaro ne put résister longtemps à de tels excès, à cette *mort,* à cette *peste*, comme il les appelle. Il y perdit la santé. A trente-cinq ans, ses médecins ne lui donnaient plus que deux ans de vie.

Cet avertissement, très sérieux, fut pris très sérieusement. Cornaro rompit avec ces habitudes funestes. A la vie dissipée il fit succéder la vie régulière, et la sobriété à l'intempérance.

Sa sobriété est devenue célèbre. Elle était presque excessive. Douze onces (375 gr.) d'aliments solides et quatorze onces (437 gr.) de vin par jour furent, pendant plus d'un demi-siècle, toute sa nourriture; ce qui lui réussit si bien, que, de tout ce demi-siècle, il ne fut jamais malade : *J'ai toujours été sain, dit-il, depuis que j'ai été sobre.* (P. Flourens.)

Le professeur Flourens avait pour aide-naturaliste le docteur Philipeaux, dont je suis devenu le collègue en 1868. C'était un anatomiste et un expérimentateur habile, qui seconda le professeur dans toutes ses recherches sur le système nerveux, sur le rôle du périoste, sur le développement des os, etc. Le docteur Philipeaux fit aussi des recherches nombreuses avec le professeur

Vulpian, qui fut élevé par lui. Je citerai en outre une expérience personnelle dont j'ai été le témoin. Le docteur Philipeaux ampute à une salamandre aquatique l'un des bras vers le milieu de l'humérus; le membre repousse, l'avant-bras se reforme, ainsi que la main avec ses doigts.

Chez un autre animal de la même espèce, l'expérimentateur enlève le bras entier, y compris la totalité de l'omoplate; il n'y a plus de reproduction du membre; mais si on laisse un peu d'omoplate, la régénération a lieu : ce sont des faits intéressants.

Le docteur Philipeaux a fait beaucoup de bien dans sa vie, et il a fondé à l'Académie des sciences un prix de physiologie expérimentale qui éternisera son nom.

CLAUDE BERNARD ET PASTEUR

Pour rendre hommage à la mémoire de mon illustre maître, dont j'ai toujours suivi pas à pas les enseignements écrits et oraux, et que j'admirais autant pour l'excellence de ses travaux que pour la noblesse de son caractère, je ne puis mieux faire que de donner le début de l'*Eloge de Claude Bernard* par Jules Béclard, secrétaire perpétuel de l'Académie de médecine, et l'Eloge du même grand homme par l'immortel Pasteur.

Dès l'origine de la science, le problème de la vie s'est offert à l'ardente curiosité de l'homme. C'est à peine si nous commençons à en pénétrer le mystère. Parmi les changements que nous avons vus de nos jours, il n'en est guère de plus profond ni de plus complet que celui qui a renouvelé les bases de la physiologie. Hier encore à peine admise au nombre des sciences, elle attire aujourd'hui tous les regards, on la retrouve partout : dans les programmes de l'enseignement public, dans les livres, dans les revues, dans les feuilles quotidiennes...

Si quelqu'un a surtout imprimé ce mouvement, on peut l'affirmer maintenant non sans une légitime fierté, c'est l'homme dont j'ai à vous entretenir aujourd'hui. On l'a dit avec raison : la science n'a pas de frontières, elle n'est d'aucun pays;

mais, si complètement guéris que nous soyons de notre présomption, ce mal dont nous avons souffert, nous ne saurions oublier que si les découvertes de nos grands hommes appartiennent au monde entier, leur héritage de gloire fait partie de ce patrimoine sain qu'on appelle la patrie. (*Eloge de Claude Bernard,* par J. Béclard, secrétaire perpétuel de l'Académie de médecine.)

Pendant l'année 1866, Claude Bernard souffrit d'une maladie d'estomac si grave que les médecins qui le soignaient, Rayer et Davaine, durent avouer leur impuissance. Obligé de quitter son laboratoire, il alla s'enfermer près de Villefranche, dans sa maison de Saint-Julien. Il aimait cette demeure natale qu'il a pris plaisir à décrire et d'où il apercevait les cimes blanches des Alpes. « En tout temps, disait-il, je vois se dérouler à deux lieues devant moi les prairies de la vallée de la Saône. Sur les coteaux où je demeure je suis noyé, à la lettre, dans des étendues sans bornes de vignes, qui donneraient au pays un aspect monotone, s'il n'était coupé par les vallées ombragées et par des ruisseaux qui descendent des montagnes vers la Saône. Ma maison, quoique située sur une hauteur, est comme un nid de verdure, grâce à un petit bois qui l'ombrage sur la droite et à un verger qui s'y appuie sur la gauche. »

Mais le charme de ses souvenirs d'enfance était assombri par de douloureuses pensées. L'esprit plein de projets, sur le point d'être frappé dans toute sa force, il eut le plus difficile des courages pour ceux qui n'ont pas la préoccupation d'eux-mêmes : il se soigna. Livré à cet unique souci de surveiller méthodiquement son régime de chaque jour devenu son propre sujet d'expériences, il était envahi d'une profonde mélancolie.

Pasteur, sachant à quel point les influences morales sont un puissant secret de réconfort, eut l'idée de relire, la plume en main, l'œuvre de Claude Bernard, et fit paraître dans le *Moniteur universel* du 7 novembre 1866 un article intitulé : *Claude Bernard. Idée de l'importance de ses travaux, de son enseignement et de sa méthode.* Il commençait ainsi :

« Des circonstances particulières m'ont offert l'occasion toute récente de relire les principaux mémoires qui ont fondé la réputation de notre grand physiologiste Claude Bernard.

« J'en ai ressenti une satisfaction si vive et si vraie, mon admiration pour son talent s'en est trouvée confirmée et ac-

crue de telle sorte, que je ne puis résister au désir, quelque téméraire qu'il soit, de communiquer ces impressions. Oh! la bienfaisante lecture que celle des travaux des inventeurs de génie! En voyant se dérouler sous mes yeux tant de progrès durables, accomplis avec une telle sûreté de méthode qu'on ne saurait présentement en imaginer de plus parfaite, je sentais à chaque instant le feu sacré de la science s'attiser dans mon cœur. » — « Lorsque M. Bernard, écrivait Pasteur, se présenta en 1854 pour occuper l'une des places vacantes de l'Académie des sciences, sa découverte de la fonction glycogénique du foie n'était ni la première ni la dernière en date parmi celles qui déjà l'avaient placé si haut dans l'estime des savants. Ce fut néanmoins par elle qu'il commença l'exposé des titres scientifiques qui le recommandaient aux suffrages de l'illustre compagnie. Cette préférence du maître décide de la mienne... »

Pasteur citait la réponse de J.-B. Dumas à Duruy qui lui demandait : « Que pensez-vous de ce grand physiologiste? — Ce n'est pas un grand physiologiste, c'est la physiologie elle-même. » « J'ai parlé du savant, concluait Pasteur; j'aurais pu faire connaître l'homme de tous les jours, le confrère qui a su inspirer tant de solides amitiés, car je cherche dans M. Bernard le côté faible, et je ne le trouve pas. La distinction de sa personne, la beauté noble de sa physionomie empreinte d'une grande douceur, d'une bonté aimable, séduisent au premier abord; nul pédantisme, nul travers de savant, une simplicité antique, la conversation la plus naturelle, la plus éloignée de toute affectation, mais la plus nourrie d'idées justes et profondes. (Extrait du volume de M. Vallery-Radot, *la Vie de Pasteur*.)

Si nous rendons les plus grands hommages à deux savants comme Claude Bernard et Pasteur, qui ont révolutionné la science médicale, nous devons admirer en même temps la beauté et la générosité de leurs caractères; quand on avait été assez heureux pour mériter leur estime par un travail acharné et fécond en résultats, ils vous soutenaient et vous patronnaient dans toutes les circonstances même les plus difficiles de la vie, et dans la lutte ils remportaient presque toujours la victoire.

ÉDOUARD DESAINS

Né à Saint-Quentin (Aisne).

Élève de l'École normale supérieure dans la section des sciences, Edouard Desains, frère aîné de Paul Desains, fut nommé d'abord professeur de physique au lycée de Metz. Le baron Thénard, chancelier de l'Université, dans une tournée d'inspection, admira le talent de professeur, la clarté et l'habileté expérimentale d'E. Desains et le fit nommer professeur à Paris au lycée Napoléon. C'est là que j'ai été assez heureux pour le connaître, pour profiter de son enseignement et de ses bons conseils et pour suivre les recherches très exactes qu'il fit sur la capillarité.

J'écoutais avec grande attention les leçons si claires de mes maîtres et je prenais part avec eux aux expériences dont les difficultés étaient toujours vaincues. C'est en préparant l'hydrogène que j'ai découvert le procédé de mesure du volume d'air contenu dans les poumons par ce gaz, en appliquant la loi des mélanges et l'analyse eudiométrique; procédé qui commence à rendre des services aux médecins en permettant de diagnostiquer la tuberculose au début. Edouard Desains était un expérimentateur habile et d'une exactitude scrupuleuse, en même temps qu'un excellent mathématicien; il répétait devant ses élèves de mathématiques spéciales des calculs empruntés à l'illustre Newton et démontrait, par exemple, que notre satellite la lune tombe à chaque instant sur la terre, mais est entraînée par suite de l'impulsion première qu'elle a reçue et suit son orbite autour de notre planète.

Jamais je n'ai vu E. Desains donner un signe d'impatience; ses élèves admiraient comme moi son exquise bonté, et tous avaient pour lui autant d'estime que d'affection. Il a été victime de son dévouement : sa vieille servante ayant été atteinte de la variole, le médecin ordonna son transport à l'hôpital; au bout de quelques

jours, Desains ne put résister au désir d'aller visiter et consoler la femme malade qui lui avait rendu de bons services; il prit le germe d'une variole à forme hémorragique qui l'enleva en quelques jours à ses parents, à ses nombreux amis et à ses élèves reconnaissants.

Nous devons donc, pour sauvegarder notre santé contre une maladie toujours redoutable, éviter avec le plus grand soin d'aller visiter les malades atteints de variole, ou bien il faut immédiatement se faire revacciner et attendre au moins huit jours (M. Kelsch), car ce n'est qu'après ce laps de temps que, la vaccine ayant évolué normalement, on peut être préservé des atteintes d'une maladie qui est souvent très grave.

Actuellement, lorsqu'un cas de variole est signalé à l'administration, et en particulier au service d'assainissement dirigé par l'inspecteur général A.-J. Martin, on donne par téléphone l'ordre d'envoyer dans la maison une génisse dont les mamelles sont couvertes de pustules vaccinales; les locataires sont invités à se faire revacciner : presque tous y consentent. Si l'un des locataires qui a refusé la revaccination est atteint de variole, on envoie de nouveau une génisse, et cette fois tout le monde accepte le vaccin, qui arrête l'épidémie à son début.

Je ne puis trop recommander aux voyageurs naturalistes et à tous les voyageurs qui s'éloignent de la France de se faire revacciner avant leur départ.

CHARLES D'ALMEIDA

L'illustre fondateur de la Société française de physique, élève et préparateur de M. Blanchet, professeur de physique au collège Henri IV, fut nommé d'abord professeur de physique à Alger, puis professeur au lycée Napoléon.

Lorsque je vins à Paris, en 1853, envoyé par la ville de Chauny (Aisne), avec une bourse importante fondée par l'abbé Bouzier d'Estouilly en 1713, je suivis pendant trois ans les cours de physique et de chimie du savant

professeur d'Almeida, qui s'efforçait constamment de compléter et de perfectionner ses leçons ; plus tard, après l'achèvement de mes études classiques, devenu préparateur de physique et de chimie au lycée Napoléon, je n'oublierai jamais que M. d'Almeida me faisait venir le matin à six heures dans son appartement de la rue Royer-Collard, pour m'interroger et me préparer à la licence ès sciences physiques. Je lui dois une grande reconnaissance. Il fit plus : ami d'Armand Moreau, il me présenta avec lui à Claude Bernard, et je devins préparateur à la Faculté des sciences, au Collège de France, et plus tard aide-naturaliste au Muséum.

C'est en manipulant pendant dix ans, et en répétant une foule d'expériences de physique et de chimie, que je me suis perfectionné dans la technique expérimentale et que j'ai pu rendre des services à l'illustre physiologiste Claude Bernard. On sait que le professeur d'Almeida a publié avec le professeur Boutan un traité élémentaire de physique qui a été très apprécié.

D'origine portugaise, Charles d'Almeida aimait beaucoup la France, sa patrie d'adoption ; il partit en aérostat de Paris assiégé en 1870 et put contribuer à la défense nationale.

Il fit aussi un grand voyage en Amérique sur les bords du Mississipi, où il fut fait prisonnier pendant les guerres de la Sécession et courut les plus grands dangers : on le regardait comme un espion, mais rien n'était plus contraire à son caractère brave et chevaleresque. Devenu inspecteur général de l'Université, Charles d'Almeida défendait avec la plus grande énergie ceux qui méritaient d'être patronnés par lui, et il avait une profonde horreur pour toute espèce d'injustice.

En fondant la Société française de physique, société ouverte aux Français et aux étrangers, d'Almeida a contribué beaucoup au développement et à la vulgarisation des découvertes faites en physique, et il a rendu les plus grands services à la science et à notre pays.

APOLOGIE DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

En terminant ce livre qui a exigé beaucoup de travail, il est de mon devoir de rendre hommage au Muséum d'histoire naturelle, à ce bel établissement consacré à l'exposition permanente de toutes les richesses fournies par la Nature, qui renferme non seulement des collections admirables et une très instructive ménagerie, mais qui contient aussi des laboratoires de recherches expérimentales qui sont poursuivies d'une manière continue par mes savants collègues et par moi, dans le vaste domaine des applications de la physique, de la chimie et de la physiologie à l'étude des sciences naturelles.

Je me rappellerai toujours que dans une brillante réunion qui eut lieu dans la galerie de Paléontologie, nous avons rendu tous hommage à notre savant collègue M. le professeur Gaudry, et nous avons entendu avec émotion les éloquentes paroles de notre directeur, M. le professeur Edmond Perrier : « Vous avez augmenté la gloire de notre glorieuse maison. »

Au Muséum, nous travaillons tous au progrès de la science avec un grand désintéressement, et, si l'on veut comparer l'état actuel de nos galeries et de nos collections à celui qui est décrit dans le bel ouvrage *le Jardin des plantes,* L. Curmer, éditeur, 1842, on verra quelle somme énorme de travail on a donné dans les divers services depuis soixante-quatre ans.

Le Collège de France, fondé par François Ier, et le Muséum d'histoire naturelle, fondé par Louis XIII et modifié par un décret de la Convention nationale, continuent à faire progresser la science, qui est sans limites. « On a beaucoup fait avant nous, mais on n'a pas tout fait. Il reste beaucoup à faire aujourd'hui et à jamais. Tous ceux qui naîtront dans cent mille ans trouveront encore l'occa-

sion d'ajouter à l'œuvre des siècles. » (SÉNÈQUE. CURMER, ouvrage cité.)

Pour arriver à résumer les applications de la physiologie à l'hygiène et pour donner des conseils qui seront, je l'espère, utiles à l'humanité, il a fallu soutenir une lutte très vive contre l'attrait irrésistible que présentent les recherches originales; j'aurais succombé dans cette lutte et je ne serais pas arrivé à la publication de ce livre, si je n'avais été encouragé et aidé, surtout dans la partie littéraire, par celle qui a partagé mon travail et ma pensée : tous les jours, Mme Gréhant me demandait d'ajouter quelques lignes à l'œuvre que j'ai entreprise à la demande de MM. Delagrave.

En imitant notre illustre Molière, je lui ai lu tous mes chapitres, connaissant son jugement très sûr; comme elle a été à la peine, il est juste qu'elle soit à l'honneur. Que l'on me permette cette réminiscence de l'histoire de notre héroïque Jeanne d'Arc, qui a fait inscrire sur ses armes : « Vive labeur! »

Le travail n'use pas quand il est bien dirigé.

TABLE DES MATIERES

Pages.

AVANT-PROPOS 7

LIVRE PREMIER

Le sang et la circulation.

CHAPITRE PREMIER. Le sang 9
— II. Extraction des gaz du sang. 18
— III. Le cœur et les vaisseaux. 22
— IV. Pression du sang dans les artères. . . 28
— V. Les vaisseaux : artères, veines, capillaires. 36

LIVRE II

La respiration.

CHAPITRE PREMIER. Description des poumons de l'homme. . 48
— II. Nouvelles recherches sur l'air confiné. . 59
— III. Epithélium vibratile 62
— IV. Chimie de la respiration 68
— V. Calorification. — Chaleur animale . . . 73

LIVRE III

La digestion. — L'alimentation.

CHAPITRE PREMIER. Appareil digestif de l'homme. 80
— II. Actions physiologiques des liquides sécrétés par les glandes appartenant au tube digestif. 88

LIVRE IV

Alimentation.

CHAPITRE PREMIER. Observations préliminaires. 104
— II. Le lait. — Analyse du lait 108
— III. Les légumes dans l'alimentation . . . 112
— IV. Graines des plantes légumineuses . . . 115

CHAPITRE V. Les boissons 117
— VI. De l'eau. 127

LIVRE V

Sécrétions.

CHAPITRE PREMIER. Les reins. — Anatomie. — L'urine . . . 141
— II. Physiologie de la sécrétion rénale . . . 146
— III. Les fonctions de la peau. — Sanctorius . 152
— IV. Les bains. 157

LIVRE VI

Le système nerveux. — Les organes des sens.

CHAPITRE PREMIER. Le cerveau, le cervelet, la moelle épinière. 160
— II. Nerfs vaso-moteurs 172
— III. L'œil et la vision. 176
— IV. L'oreille et l'audition. 191

LIVRE VII

Les muscles.

CHAPITRE PREMIER. Les muscles en général 195
Mesure du plus grand effort que puisse produire un muscle isolé à l'aide d'un myodynamomètre à sonnerie 201
— II. De l'exercice. 207

LIVRE VIII

Notions de toxicologie.

CHAPITRE PREMIER. L'acide carbonique 213
— II. L'oxyde de carbone 221
— III. Gaz d'éclairage 225
— IV. L'opium et la morphine. — Les serpents venimeux 232

LIVRE IX

Esquisses biographiques.

Lavoisier, Parmentier, Benjamin Franklin, Robert Fulton, P. Flourens, Claude Bernard et Pasteur, Edouard Desains, Charles d'Almeida 237
Apologie du Muséum d'histoire naturelle. 254

SOCIÉTÉ ANONYME D'IMPRIMERIE DE VILLEFRANCHE-DE-ROUERGUE
Jules Barbou, Imprimeur.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE